TÜV RHEINLAND
ENERGIE UND UMWELT GMBH



Bericht über die Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung SERVOTOUGH Laser Model 2930 der Firma Servomex Group Ltd. für die Komponenten H_2O und NH_3

TÜV-Bericht Nr.: 936/21216873/A
Köln, 19. Oktober 2011

www.umwelt-tuv.de



luft@de.tuv.com

Die TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH
ist mit der Abteilung Immissionsschutz für die Arbeitsgebiete:

- Bestimmung der Emissionen und Immissionen von Luftverunreinigungen und Geruchsstoffen,
- Überprüfung des ordnungsgemäßen Einbaus und der Funktion sowie Kalibrierung kontinuierlich arbeitender Emissionsmessgeräte einschließlich Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung.
- Eignungsprüfung von Messeinrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung der Emissionen und Immissionen sowie von elektronischen Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung

nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert.

Die Akkreditierung ist gültig bis 31.01.2013. DAkkS-Registriernummer: DP-PL-11120-02-00.

TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH
D- 51105 Köln, Am Grauen Stein, Tel: 0221 806-2756, Fax: 0221 806-1349

Leerseite



Kurzfassung

Im Auftrag der Firma Servomex Group Ltd. führte die TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH die Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung SERVOTOUGH Laser Model 2930 entsprechend den Richtlinien „DIN EN 15267-3 Luftbeschaffenheit – Zertifizierung von automatischen Messeinrichtungen; Mindestanforderungen und Prüfprozeduren für automatische Messeinrichtungen zur Überwachung von Emissionen aus stationären Quellen“ von März 2008 durch.

Die Messeinrichtung SERVOTOUGH Laser Model 2930 ist im Wesentlichen baugleich mit der eignungsgeprüften Messeinrichtung LaserGas II für NH_3 und H_2O der Fa NEO Monitors AS (Bekanntgaben des Umweltbundesamtes vom 14. Februar 2008, vom 12. August 2008 und vom 19. Februar 2009) und wird auch von dieser Firma produziert. SERVOTOUGH Laser Model 2930 unterscheidet sich nur durch die Bauart des Gehäuses von LaserGas II.

Deshalb konnte der Großteil der Untersuchungsergebnisse aus der Prüfung der Messeinrichtung LaserGas II übernommen werden. Lediglich ein Lack-of-fit Test sowie ein Klimatest für die Messkomponente NH_3 wurden mit der Messeinrichtung SERVOTOUGH Laser Model 2930 durchgeführt, um sicherzustellen, dass das neue Gehäuse keinen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit der Messeinrichtung hat.

Die Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung LaserGas II wurde 2008 beendet. Die Untersuchungen erfolgten für diese Messeinrichtung bereits weitgehend gemäß DIN EN 15267-3, allerdings erfolgte die Berichterstattung noch gemäß VDI 4203-2. Im vorliegenden Bericht für die Messeinrichtung SERVOTOUGH Laser Model 2930 werden jedoch alle Messergebnisse entsprechend den Vorgaben der aktuellen Richtlinie DIN EN 15267-3 dargestellt.

Die in-situ arbeitende Messeinrichtung wurde für die kontinuierliche Messung von Abgasemissionen entwickelt und arbeitet nach dem Messprinzip der Einlinienspektroskopie. Die Laboruntersuchungen wurden im Labor der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH in Köln durchgeführt, der Feldtest erfolgte über mehr als ein Jahr im Reingas einer kommunalen Abfallverbrennungsanlage.

Die geprüfte Komponente und Messbereiche betragen bei einer Messweglänge von 1 m:

Komponente	Zertifizierungs-bereich	Zusätzliche Messbereiche		Einheit
NH_3	0 – 10	0 – 15		mg/m³
H_2O	0 – 40	0 – 30	0 – 50	Vol.-%

Alle Mindestanforderungen wurden während der Ergänzungsprüfung eingehalten. Dementsprechend erfüllt das Messgerät die Bedingungen der DIN EN 14181 [3] (QAL1).

Für die Messeinrichtung wurde ein Wartungsintervall von 6 Monaten ermittelt.

Seitens der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH wird daher eine Veröffentlichung als eignungsgeprüfte Messeinrichtung zur laufenden Aufzeichnung der Emissionen an genehmigungsbedürftigen Anlagen sowie an Anlagen der 27. BImSchV vorgeschlagen.





Bericht über die Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung SERVOTOUGH Laser Model 2930 der Firma Servomex Group Ltd. für die Komponenten H_2O und NH_3

Geprüftes Gerät: SERVOTOUGH Laser Model 2930

Hersteller: Servomex Group Ltd.
Crowborough, East Sussex,
TN6 3FB
Vereinigtes Königreich

Prüfzeitraum: Januar 2007 bis Oktober 2008 und
August 2011 bis September 2011

Berichtsdatum: 19. Oktober 2011

Berichtsnummer: 936/21216873/A

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Carsten Röllig

Fachlich Verantwortlicher: Dr. Peter Wilbring

Berichtsumfang:

Bericht:		162	Seiten
Anhang	ab Seite	163	
Handbuch	ab Seite	179	
Handbuch*)	mit	76	Seiten
Gesamt		255	Seiten

*) Handbuch für die baugleiche Messeinrichtung LaserGas II

Leerseite

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Leerseite

1. Allgemeines

1.1 Bekanntgabevorschlag

Aufgrund der erzielten positiven Ergebnisse wird folgende Empfehlung für die Bekanntgabe als eignungsgeprüfte Messeinrichtung ausgesprochen:

Messeinrichtung:
SERVOTOUGH Laser Model 2930 für H_2O und NH_3

Softwareversion:

STL 6.1e2

Komponenten:

H_2O und NH_3

Hersteller:
Servomex Group Ltd., Crowborough, England

Eignung:
für genehmigungsbedürftige Anlagen sowie Anlagen der 27. BImSchV

Messbereiche in der Ergänzungsprüfung:

Komponente	Zertifizierungs-bereich *	Zusätzliche Messbereiche *		Einheit
NH_3	0 – 10	0 – 15		mg/m³
H_2O	0 – 40	0 – 30	0 – 50	Vol.-%

* bei einer aktiven Messweglänge von 1 m

Einschränkungen: keine

Hinweise:
1. Die aktive Messweglänge betrug 0,513 m im Labortest und 1,0 m im Feldtest.
2. Trockene Prüfgase können in Verbindung mit einer unbeheizten Messzelle für die Messung von NH_3 eingesetzt werden.
3. Das Wartungsintervall beträgt sechs Monate.
4. Die Messeinrichtung enthält eine interne Zelle zur automatischen Referenzpunktkontrolle von NH_3.
5. Ergänzungsprüfung (Überführung in die DIN EN 15267, abgeändertes Gehäuse, Vertrieb durch anderen Hersteller) zu Bekanntmachungen des Umweltbundesamtes vom 19. Februar 2009 (BAnz. S. 899, Kapitel I Nummer 2.3) und vom 25. Januar 2010 (BAnz. S. 552, Kapitel IV 14. Mitteilung).

Prüfbericht:
TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH, Köln
Bericht-Nr.: 936/21216873/A vom 19. Oktober 2011

1.2 Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Mindestanforderung	Ergebnis	Urteil	Seite
Legende:	Mindestanforderung erfüllt Mindestanforderung nicht erfüllt Mindestanforderung nicht relevant	+ – x	41
Allgemeine Anforderungen			
5.1 Anwendung der Mindestanforderung Das Prüflaboratorium muss mindestens zwei identische Messeinrichtungen (AMS) prüfen. Alle geprüften AMS müssen die in diesem Dokument festgelegten Mindestanforderungen sowie die in den jeweiligen rechtlichen Regelungen festgelegten Anforderungen an die Messunsicherheit einhalten.	Während der Ergänzungsprüfung wurden jeweils im Labor und während des Feldtests zwei identische Messeinrichtungen geprüft. Die Messeinrichtungen erfüllen die Mindestanforderungen zur Überwachung von Emissionen aus stationären Quellen sowie die geforderte Messunsicherheit.	+	41
5.2 Zu prüfende Bereiche Der Zertifizierungsbereich, in dem die AMS zu prüfen ist, muss durch Angabe der unteren und der oberen Grenze des Bereiches festgelegt werden. Der Bereich muss für die vorgesehene Anwendung der AMS geeignet sein. Neben den oben genannten Zertifizierungsbereichen können Hersteller zusätzliche Bereiche, die über die obere Grenze des Zertifizierungsbereichs hinausgehen, wählen. Hersteller können andere Bereiche für verschiedene Anwendungen wählen. Wenn eine AMS beispielsweise für die Benutzung an Müllverbrennungsanlagen geprüft wird, kann es auch für Großfeuerungsanlagen benutzt werden, sollten die zusätzliche Bereiche gemäß 5.2.2. geprüft werden. Der/Die Zertifizierungsbereich(e) und die für jeden Bereich geprüften Mindestanforderungen müssen im Zertifikat angegeben werden. Das Prüflaboratorium sollte für den Feldtest eine industrielle Anlage mit erkennbar schwierigen Randbedingungen auswählen. Dies bedeutet, dass die automatische Messeinrichtung dann auch bei weniger schwierigen Messbedingungen eingesetzt werden kann.	Die geprüften Zertifizierungsbereiche passen zu den Emissionsgrenzwerten für den Tagesmittelwert für Anlagen. Die Messeinrichtung ist in der Lage das Zweifache der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches zu messen. Für beide Komponenten wurden zusätzliche Messbereiche definiert. Für diese Bereiche wurden einige zusätzliche Prüfungen durchgeführt. Die Ergebnisse zu diesen Zusatzprüfungen sowie eine Aufstellung der zusätzlich aufgegebenen Querempfindlichkeitskomponenten befinden sich in den jeweiligen Unterpunkten in den Kapiteln 6b und 6c. Alle zusätzlichen geprüften Bereiche sind im Zertifikat angegeben. Die untere Grenze des Zertifizierungsbereiches liegt für alle geprüften Komponenten bei Null. Das Produkt der Konzentration der Messkomponente und der optischen Weglänge beträgt 10 mg/m³*m für NH3, was dem Zertifizierungsbereich der AMS entspricht. Für Wasser ergibt sich ein Wert von 40 Vol-%*m. Die für die Prüfung verwendete Weglänge beträgt 1,00 m.	+	42
5.3 Herstellungsbeständigkeit und Änderung der Gerätekonfiguration Die Zertifizierung einer AMS gilt nur für das Prüfmuster, das die Ergänzungsprüfung durchlaufen hat. Nachfolgende Änderungen der Gerätekonfiguration, die Einfluss auf das Leistungsvermögen der AMS haben könnten, können dazu führen, dass die Zertifizierung ungültig wird. Herstellungsbeständigkeit und Änderungen der Gerätekonfiguration sind in EN 15267-2 beschrieben.	Die durchgeführten Prüfungen wurden mit den in Kapitel 3 ausführlich beschriebenen Messeinrichtungen durchgeführt. Die Prüfergebnisse in diesem Prüfbericht und im zugehörigen Zertifikat beziehen sich nur auf Messeinrichtungen, die den geprüften Prüfmustern entsprechen. Der Hersteller wurde darauf hingewiesen, dass jegliche Änderung an der Messeinrichtung mit dem Prüfinstitut abgesprochen werden muss und zu Nach- oder Neuprüfungen der Messeinrichtung führen kann.	+	45



Mindestanforderung	Ergebnis	Urteil	Seite
5.4 Qualifikation der Prüflaboratorien Prüflaboratorien müssen über eine Akkreditierung nach EN ISO/IEC 17025 verfügen. Weiterhin müssen sie für die Durchführung der in dieser Europäischen Norm festgelegten Prüfungen akkreditiert sein. Prüflaboratorien müssen die Unsicherheiten der einzelnen in der Ergänzungsprüfung verwendeten Prüfprozeduren kennen. CEN/TS 15675 bietet eine Ausarbeitung von EN ISO/IEC 17025 für die Anwendung in Emissionsmessung, die bei der Benutzung von angegebenen Standardreferenzverfahren berücksichtigt werden soll.	Das Prüfinstitut TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH ist nach DIN EN ISO/IEC 17025 für Ergänzungsprüfungen (QAL1), Funktionsprüfungen (AST), Kalibrierungen (QAL2) und Emissionsmessungen bis zum 31.01.2013 akkreditiert.	+	46

Labortest:			
6.1 Automatische Messeinrichtungen für die Prüfung Das Prüflaboratorium muss mit Hilfe der Herstellerdokumentation kontrollieren, dass die AMS vollständig und identisch sind.	Die eignungsgeprüfte Ausführung umfasst die vollständige Messeinrichtung einschließlich Sendeeinheit mit Stromversorgung und Empfangseinheit, beheiztem Messpfad (aktive Messpfadlänge: 0,513 m) und dem unbeheizten Messpfad (aktive Messpfadlänge: 0,712 m).	+	47
6.2 CE-Kennzeichnung Der Hersteller muss einen nachvollziehbaren Nachweis erbringen, dass die in der EU festgelegten Anforderungen eingehalten werden.	Das Zertifikat über die CE-Kennzeichnung lag dem Prüfinstitut vor.	+	49
6.3 Unbefugtes Verstellen Die Messeinrichtung muss über eine Sicherung gegen unbefugtes Verstellen der Justierung verfügen.	Sicherung der Steuerfunktionen ist durch die Eingabe von Kennwörtern gewährleistet.	+	50
6.4 Anzeigebereiche und Nullpunktlage *Die Messeinrichtung muss über einen Messsignalausgang mit lebendem Nullpunkt (z.B. 4 mA) verfügen, so dass negative und positive Messsignale angezeigt werden können.* Die AMS muss über eine Geräteanzeige verfügen, die das Messsignal anzeigt. Die Geräteanzeige kann auch extern eingebaut sein.	Die Lage des Nullpunktes kann auf 4 mA eingestellt werden. Die Lage des Referenzpunktes im Messbereich kann durch Änderung der Prüfgaskonzentration eingestellt werden.	+	51
6.5 Zusätzliche Messwertausgänge Die automatische Messeinrichtung muss über einen zusätzlichen Messwertausgang verfügen, der den Anschluss eines zusätzlichen Anzeige- und Registriergerätes erlaubt, d.h. einen für das Datenerfassungssystem und einen zusätzlichen Messwertausgang für QAL2, QAL3 und AST gemäß EN 14181.	Der Anschluss eines zusätzlichen Datenerfassungssystems ist möglich. Die Messsignalausgänge der externen Geräte und die von der AMS angezeigten Ausgänge sind gleich.	+	52
6.6 Anzeige von Statussignalen *Die automatische Messeinrichtung muss den Betriebszustand anzeigen.* Weiterhin muss die AMS in der Lage sein, den Betriebszustand an eine Datenerfassungseinrichtung zu übermitteln.	Die Statusmeldungen wurden korrekt ausgegeben.	+	53

Mindestanforderung	Ergebnis	Urteil	Seite
6.7 Verschmutzung optischer Grenzflächen Beruht das Messprinzip auf optischen Verfahren, so muss die Messeinrichtung eine Vorrichtung besitzen, die eine Verschmutzung der optischen Grenzflächen vermeidet und/oder kompensiert.	Die AMS verfügt über funktionsfähige Vorrichtungen, die die Verschmutzung während des Betriebs verhindern. Um die optischen Grenzflächen vor Verschmutzung verlässlich zu schützen, wird ein Spülluftsystem verwendet.	+	54
6.8 Schutzarten durch Gehäuse Geräte, deren Einbau auf belüftete Räume und Messschränke beschränkt ist, wo die Geräte vor Niederschlägen geschützt sind, müssen gemäß EN 60529 mindestens der Schutzart IP 40 entsprechen. Geräte, deren Einbau auf Orte mit Schutz vor Niederschlägen beschränkt ist, jedoch Niederschlägen aufgrund von Wind ausgesetzt sein können, müssen mindestens der Schutzart IP54 nach EN 60529 entsprechen. Geräte, die zur Verwendung in Außenbereichen ohne jeglichen Wetterschutz vorgesehen sind, müssen mindestens der Schutzart IP65 nach EN 60529 entsprechen.	Das Gerät entspricht der Schutzart IP 66.	+	56
6.9 Einstellzeit im Labortest Die Messeinrichtung muss folgende Mindestanforderung einhalten: Gase: ≤ 200 s, O_2: ≤ 200 s, für NH_3, HCl und HF: ≤ 400 s.	Es ergeben sich Einstellzeiten weniger als 2 s mit feuchtem Prüfgas.	+	57
6.10 Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt Die Messeinrichtung muss folgende Mindestanforderung einhalten: Gase: ≤ 2,0 %, O_2: ≤ 0,2 Vol.-% der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches.	Der Maximalwert der Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt betrug 0,01 mg/m³ für die Komponente NH3 und 0,01 Vol.-% für H2O.	+	59
6.11 Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt Die Messeinrichtung muss folgende Mindestanforderung einhalten: Gase: ≤ 2,0 %, O_2: ≤ 0,2 Vol.-% der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches.	Der Maximalwert der Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt betrug 0,04 mg/m3 für die Komponente NH3 und 0,1 Vol.-% für H2O	+	61
6.12 Lack-of-fit im Labortest Die Messeinrichtung muss ein lineares Signal liefern und die folgende Mindestanforderung einhalten: Gase: ≤ 2,0 %, O_2: ≤ 0,2 Vol.-% der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches. Die Linearität der Anzeige der AMS soll mindestens mit sieben verschiedenen Referenzmaterialien einschließlich einer Nullkonzentration geprüft werden.	Die relativen Residuen liegen bei maximal 1,0 % des Zertifizierungsbereichs für NH3 und -1,4 % für H2O.	+	63



Mindestanforderung	Ergebnis	Urteil	Seite
6.13 Nullpunkt- und Referenzpunktdrift Der Hersteller muss eine Beschreibung der von der automatischen Messeinrichtung verwendeten Technik zur Ermittlung und Kompensation der zeitlichen Änderung des Null- und Referenzpunktes liefern. Die Beschreibung soll nicht nur eine Erklärung davon, wie die AMS die Auswirkung der Verschmutzung optischer Grenzflächen kompensiert, wenn die AMS optische Techniken anwendet. Das Prüflaboratorium muss überprüfen, dass das gewählte Referenzmaterial, in der Lage ist, alle relevanten Änderungen der AMS-Anzeigewerte, die nicht auf Änderungen der Messkomponente oder Abgasbedingungen zurückzuführen sind, festzustellen. Falls die AMS in der Lage ist, Verschmutzungen automatisch zu kompensieren und eine Kalibrierung und Justierung der zeitlichen Änderungen des Null- und Referenzpunktes vorzunehmen, und diese Justierungen den normalen Betriebszustand der AMS nicht herstellen können, muss die AMS ein entsprechendes Statussignal ausgeben. Im Falle, dass die AMS keine Nullwerte messen kann, soll der Drift an der unteren Grenze des Zertifizierungsbereiches gemessen werden.	Eine Aufzeichnung der Null- und Referenzpunktdrift gemäß QAL3 ist möglich. Das System verfügt über einen automatischen Mechanismus zur Driftprüfung. Ein Warnsignal wird ausgegeben, wenn die Null- und Referenzpunkte außerhalb des festgelegten Bereiches sind.	+	76
6.14 Einfluss der Umgebungstemperatur Die Abweichungen der AMS-Anzeigewerte am Null- und Referenzpunkt müssen die folgenden Mindestanforderungen einhalten: Gase: ≤ 5,0 %, O_2: ≤ 0,5 Vol.-%. der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches. Sollte das Gerät auf Orte mit geregelten Temperatur eingebaut werden, so müssten folgende Temperaturen in der angegebenen Reihenfolge eingestellt werden: 20 °C → 5 °C → 20 °C → 40 °C → 20 °C.	Für die Komponente NH3 beträgt die Abweichung nicht mehr als -0,7 % beim Nullpunkt und 2,0 % beim Referenzpunkt. Der Maximalwert des Empfindlichkeitskoeffizienten beträgt -0,007. Für die Komponente H2O beträgt die Abweichung nicht mehr als -0,1 % beim Nullpunkt und 0,5 % beim Referenzpunkt. Der Maximalwert des Empfindlichkeitskoeffizienten beträgt 0,010.	+	78
6.15 Einfluss des Probegasdrucks *Der Einfluss des Probegasdrucks soll geringer als 2,0% der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches. Bei O_2 soll er geringer als 0,2 Vol.-% sein.* Dies bezieht sich normalerweise auf in-situ-AMS, jedoch nicht auf extraktive Messeinrichtungen, da der Probegas konditioniert ist und in der Regel keine größere Temperatur- und Druckunterschiede vorweist, wenn es sich im Analysator befindet.	Berechnung des Messsignals entsprechend trockenen Normalbedingungen erforderlich.	+	83

Mindestanforderung	Ergebnis	Urteil	Seite
6.16 Einfluss des Probegasvolumenstroms für extraktive AMS *Der Einfluss des Probegasvolumenstroms soll geringer als 2,0% der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches. Bei O_2 soll er geringer als 0,2 Vol.-% sein.* Die Unterschreitung der unteren Grenze des Probegasvolumenstroms muss durch ein Statussignal angezeigt werden.	Die Messeinrichtung basiert nicht auf extraktive Probenahme.	+	84
6.17 Einfluss der Netzspannung Die Abweichungen der AMS-Anzeigewerte am Nullpunkt und am Referenzpunkt müssen die folgenden festgelegten Mindestanforderungen an den Einfluss der Netzspannung einhalten, wenn die Versorgungsspannung der AMS von –15 % vom Sollwert unterhalb bis +10 % vom Sollwert oberhalb des Sollwertes der Versorgungsspannung geändert wird: Gase: ≤ 2,0 %, O_2 : ≤ 0,2 Vol.-%.	Für die Komponente NH3 überschreitet die Abweichung die maximalen Werte von 0,2 % am Nullpunkt und -0,2 am Referenzpunkt nicht. Der größte Wert des Empfindlichkeitskoeffizienten beträgt 0,001 am Nullpunkt und -0,003 am Referenzpunkt. Für die Komponente H2O bleibt die Abweichung unter 0,1 % am Nullpunkt und unter -0,2 % am Referenzpunkt. Der größte Wert des Empfindlichkeitskoeffizienten beträgt -0,003 am Nullpunkt und 0,003 am Referenzpunkt.	+	85
6.18 Einfluss von Schwingungen Die Abweichungen der AMS-Anzeigewerte am Nullpunkt und am Referenzpunkt auf Grund von Schwingungen, die üblicherweise an industriellen Anlagen auftreten, müssen die folgenden festgelegten Mindestanforderungen an den Einfluss von Schwingungen einhalten: Gase: ≤ 2,0 %, O_2: ≤ 0,2 Vol.-%.	Es wurden keine Abweichungen während der Vibrationsprüfung festgestellt.	+	88
6.19 Querempfindlichkeiten Der Hersteller muss jeden bekannten Störeinfluss beschreiben. Prüfungen für Störeinflüsse, die nicht auf gasförmige Störkomponenten zurückzuführen sind, oder Prüfungen für Gase, die nicht im Anhang B aufgeführt sind, müssen mit dem Prüflaboratorium vereinbart werden. Der Einfluss von potentiellen Störsubstanzen, die in Emissionen auftreten, soll bei der Eingabe von Probegasmischungen in die AMS geprüft werden. Die automatische Messeinrichtung muss die folgenden festgelegten Mindestanforderungen an die Querempfindlichkeit am Nullpunkt und am Referenzpunkt einhalten: Gase: ≤ 4,0 %, O_2: ≤ 0,4 Vol.-%	Die größte Abweichung bei der Komponente NH3 beträgt für den Nullpunkt 1,80 % und für den Referenzpunkt -1,60 % Die größte Abweichung bei der Komponente H2O beträgt für den Nullpunkt 0,00 % und für den Referenzpunkt -1,88 %.	+	102
6.20 Auswanderung des Messstrahls bei In-Situ-AMS Bei Auswanderung des Messstrahls von optischen AMS müssen die Abweichungen der AMS-Anzeigewerte am Nullpunkt und am Referenzpunkt die folgende festgelegte Mindestanforderungen für die maximal vom Hersteller erlaubte Winkelabweichung einhalten: Gase: ≤ 2,0 %. Der Winkel muss mindestens 0,3° betragen.	Die maximale Abweichung des Messsignals für die Komponente NH3 beträgt 1,20 % für die Verschwenkungswinkel bis 0,3°. Die maximale Abweichung des Messsignals für die Komponente H2O beträgt 0,65 % für die Verschwenkungswinkel bis 0,3°.	+	108

Mindestanforderung	Ergebnis	Urteil	Seite
6.21 Konverterwirkungsgrad für AMS zur Messung von NOx Hersteller, die die Zertifizierung einer NOx-Messeinrichtung anstreben, müssen angeben, ob die Zertifizierung für die Messung von Stickstoffmonoxid (NO) und/oder Stickstoffdioxid (NO_2) gelten soll. Bei Verwendung eines Konverters soll das Prüflaboratorium den Konverterwirkungsgrad vor und nach dem Feldtest überprüfen. Die folgende festgelegte Anforderungen muss an den Konverterwirkungsgrad einhalten werden: ≥ 95,0 %.	Dieser Prüfpunkt trifft für die Messeinrichtung nicht zu.	+	109
6.22 Responsefaktoren Für automatische Messeinrichtungen zur Messung von Gesamt-Kohlenstoff (TOC) müssen die Responsefaktoren mittels festgelegten Prüfgaskonzentrationen von Prüfgasbehälter oder von abgedampften Mischungen, die in die AMS eingegeben werden, geprüft werden.	Dieser Prüfpunkt trifft für die Messeinrichtung nicht zu.	+	110

Feldtest			
7.1 Kalibrierfunktion Die Kalibrierfunktion ist durch Vergleichsmessungen mit einem Standardreferenzmessverfahren zu ermitteln. Der Korrelationskoeffizient R^2 der Kalibrierfunktion muss mindestens 0,90 betragen. Die nach EN 14181 ermittelte und zur Kalibrierfunktion gehörende Variabilität muss die in den entsprechenden rechtlichen Regelungen festgelegte maximal zulässige Messunsicherheit einhalten.	Der Korrelationskoeffizient R^2 der Kalibrierfunktion liegt zwischen 0,9035 für NH3 und 0,9879 für H2O. Ein statistisch gesicherter Zusammenhang zwischen dem Referenzmessverfahren und der Geräteanzeige konnte nachgewiesen werden. Die Geräte haben die Variabilitätsprüfung bestanden.	+	111
7.2 Einstellzeit im Feldtest Die automatische Messeinrichtung muss die für den Labortest festgelegte Mindestanforderung an die Einstellzeit einhalten. Diese beträgt ≤200 s für Gase inklusive O_2. Für die Komponenten NH_3, HCl und HF beträgt diese ≤600 s.	Es ergab sich im Feldtest mit feuchtem Prüfgas eine Einstellzeit von < 2 s für die Messeinrichtung	+	130
7.3 Lack-of-fit im Feldtest Die Linearitätsabweichung von Gasen soll ≤2.0% der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches betragen. Für O_2 soll sie geringer als 0.2 Vol.-% sein. Die Linearität der Responsefaktoren der AMS soll mit mindestens sieben verschiedenen Referenzmaterialien inkl. einer Nullkonzentration geprüft werden.	Die relativen Residuen liegen bei maximal -1,40 % des Zertifizierungsbereichs für NH3 und 1,5 % für H2O.	+	132
7.4 Wartungsintervall Das Prüflaboratorium soll feststellen, welche Wartungsarbeiten für den richtigen Lauf der AMS nötig sind und in welchem Intervall diese durchgeführt werden sollen. Die Hinweise des Herstellers sollen dabei berücksichtigt werden. *Das Mindestintervall für eine Wartung der AMS beträgt 8 Tage.*	Das Wartungsintervall beträgt 6 Monate.	+	141

Mindestanforderung	Ergebnis	Urteil	Seite
7.5 Nullpunkt- und Referenzpunktdrift Die Nullpunkt- und Referenzpunktdrift soll die vorgegebenen Leistungskriterien während des Wartungsintervalls nicht überschreiten. Prüfstandards zur Kontrolle des Referenzpunktes müssen so gewählt werden, dass ein Messsignal zwischen 70 % und 90 % des Zertifizierungsbereiches erzeugt wird. Die Nullpunkt- und Referenzpunktdrift soll bei AMS, die Gas überwachen, bei ≤3.0 % der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches liegen. Für O2 sollen diese ≤0.2 Vol.-% betragen.	Die Nullpunkt- und Referenzpunktdrifte lagen über den gesamten Zeitraum unterhalb von -1,3 %.	+	142
7.6 Verfügbarkeit Das Prüflaboratorium soll die Verfügbarkeit der AMS feststellen, indem es die Dauer des Feldtests sowie alle Unterbrechungen der normalen Überwachungsfunktionen der AMS aufnimmt. Die automatische Messeinrichtung muss die Anforderungen der entsprechenden rechtlichen Regelungen an die Verfügbarkeit einhalten. In jedem Fall müssen die folgenden festgelegten Mindestanforderungen an die Verfügbarkeit eingehalten werden: Gase: ≥ 95 %, O_2 ≥ 98 %.	Die Verfügbarkeit beträgt 99,6 %.	+	151
7.7 Vergleichspräzision Die Vergleichspräzision soll während des dreimonatigen Feldtests von gleichzeitigen kontinuierlichen Messungen zweier identischer AMS am selben Messpunkt festgestellt werden (paarweise Messung). Die automatische Messeinrichtung muss die folgenden festgelegten Mindestanforderungen an die Vergleichspräzision unter Feldbedingungen einhalten: Gase: ≤ 3,3 %, O_2: ≤ 0,2 Vol.-%.	Die Vergleichspräzision liegt bei 2,8 % für die Komponente NH3 und 1,9 % für die Komponente H2O.	+	153
7.8 Verschmutzungskontrolle bei In-Situ-Geräten Der Einfluss der Verschmutzung auf die automatische Messeinrichtung ist im Feldtest durch Sichtprüfungen und beispielsweise durch Ermittlung der Abweichungen der Messsignale von ihren Sollwerten zu bestimmen. Falls notwendig, ist die AMS mit empfohlenen Spülluftsystemen für die Dauer von drei Monaten als Teil des Feldtests auszustatten. Am Ende der Prüfung ist der Einfluss der Verschmutzung zu ermitteln. Die Ergebnisse für die gereinigten und die verschmutzten optischen Grenzflächen dürfen um maximal 2 % der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches voneinander abweichen.	Es wurden keine Abweichungen aufgrund von Verschmutzung festgestellt.	+	157
Messunsicherheit			
14 Messunsicherheit Die im Labortest und im Feldtest ermittelten Messunsicherheiten sind zur Berechnung der kombinierten Standardunsicherheit der AMS-Messwerte nach EN ISO 14956 zu verwenden.	Für alle Komponenten liegen die ermittelten erweiterten Gesamtmessunsicherheiten unterhalb der maximal zulässigen Werte und erfüllen somit die Anforderungen.	+	158

2. Aufgabenstellung

2.1 Art der Prüfung

Im Auftrag der Firma Servomex Group Ltd. wurde von der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH die Ergänzungsprüfung für das Messsystem SERVOTOUGH Laser Model 2930 entsprechend den Richtlinien für kontinuierliche Emissionsmessungen für die Messeinrichtung mit den Messkomponenten NH_3 und H_2O vorgenommen.

Die Messeinrichtung SERVOTOUGH Laser Model 2930 ist weitgehend baugleich mit der eignungsgeprüften Messeinrichtung LaserGas II für NH_3 und H_2O der Fa NEO Monitors AS und wird auch von dieser Firma produziert. SERVOTOUGH Laser Model 2930 unterscheidet sich nur durch das Gehäuse von LaserGas II.

Deshalb konnte der Großteil der Untersuchungsergebnisse aus der Prüfung der Messeinrichtung LaserGas II übernommen werden. Lediglich Lack-of-fit Tests sowie ein Klimatest für die Komponente NH_3 wurden mit der Messeinrichtung SERVOTOUGH Laser Model 2930 durchgeführt, um sicherzustellen, dass das neue Gehäuse keinen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit der Messeinrichtung hat.

Die Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung LaserGas II wurde 2008 beendet. Die Untersuchungen erfolgten für diese Messeinrichtung bereits weitgehend gemäß der damals neuen Richtlinie DIN EN 15267-3, allerdings erfolgte die Berichterstattung noch gemäß VDI 4203-2. Im vorliegenden Bericht für die Messeinrichtung SERVOTOUGH Laser Model 2930 werden alle Messergebnisse entsprechend den Vorgaben der aktuellen Richtlinie DIN EN 15267-3 dargestellt.

2.2 Zielsetzung

Der Antrag für die vom Hersteller angestrebte Zertifizierung bezog sich auf Messungen an genehmigungsbedürftigen Anlagen sowie an Anlagen gemäß 27. BImSchV.

Die Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung erfolgte unter Anwendung der deutschen und europäischen Richtlinien über die Mindestanforderungen zur Prüfung und Zulassung von Emissionsmesseinrichtungen. Hierzu gehören insbesondere:

[1] Bundeseinheitliche Praxis bei der Überwachung der Emissionen; Richtlinien über:
- die Ergänzungsprüfung von Mess- und Auswerteeinrichtungen für kontinuierliche Emissionsmessungen und die kontinuierliche Erfassung von Bezugs- bzw. Betriebsgrößen zur fortlaufenden Überwachung der Emissionen besonderer Stoffe,
- den Einbau, die Kalibrierung, die Wartung von kontinuierlich arbeitenden Mess- und Auswerteeinrichtungen
- die Auswertung von kontinuierlichen Emissionsmessungen,

RdSchr. d. BMU v.13.6.2005-IG I 2-45 053/5. Veröffentlicht im GMBl (Gemeinsamen Ministerialblatt) 2005, 38, Seite 795,

[2] Richtlinie DIN EN 15267-03:2008
Luftbeschaffenheit -Zertifizierung von automatischen Messeinrichtungen -
Teil 3: Mindestanforderungen und Prüfprozeduren für automatische Messeinrichtungen zur Überwachung von Emissionen aus stationären Quellen

[3] Richtlinie VDI 4203 Blatt 1, Oktober 2001,

Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen – Grundlagen

[4] Richtlinie VDI 4203 Blatt 2, März 2003,

Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen – Prüfprozeduren für Messeinrichtungen zur Messung gas- und partikelförmiger Emissionen

[5] Richtlinie DIN EN 14181, September 2004,
Emissionen aus stationären Quellen - Qualitätssicherung für automatische Messeinrichtungen

2.3 Bestimmung der Gesamtunsicherheit

Nach Abschluss des Labor- und Feldtests wurde anhand der im Labor und Feld ermittelten Daten die erweiterte Gesamtunsicherheit für die Messeinrichtung bestimmt. Siehe Prüfpunkt [6d Messunsicherheit].

3. Beschreibung der geprüften Messeinrichtung

3.1 Messprinzip

Der SERVOTOUGH Laser Model 2930 ist ein optisches Instrument, das infrarotes Laserlicht von der Sendereinheit gerade durch den Kanal, Kamin etc. zu der gegenüberliegenden Empfängereinheit sendet. Dass Messergebnis wird aus der Absorption der Infrarotstrahlung durch die Gasmoleküle im Messpfad gewonnen.

Das Messprinzip der „Einlinien-Spektroskopie" gründet auf der Tatsache, dass die meisten Gase bei bestimmten Wellenlängen Licht absorbieren. Die Absorption ist ein direktes Maß für die Gaskonzentration im Messpfad. Das Messprinzip ist inAbbildung 1 dargestellt.

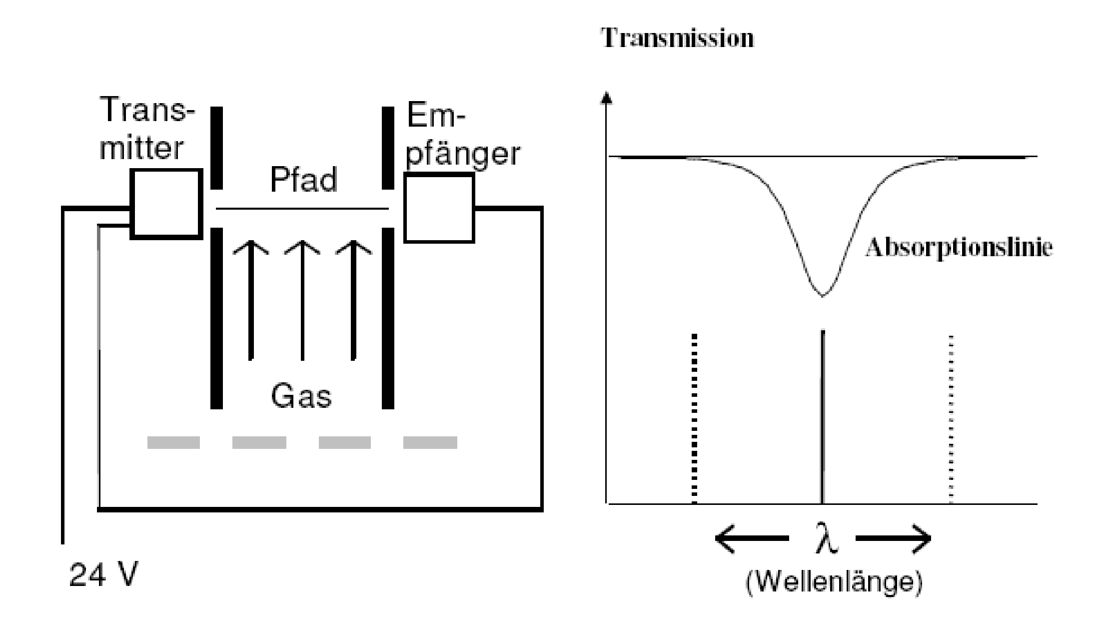


Abbildung 1: Messprinzip von SERVOTOUGH Laser Model 2930

Die Wellenlänge der Laserdiode wird über die gewählte Absorptionslinie variiert und die Absorption als Funktion der Wellenlänge ausgewertet. Durch Anwendung der so genannten Wellenlängenmodulationstechnik wird eine größere Empfindlichkeit erreicht. Bei dieser Methode wird die Laserwellenlänge während des Abtastens moduliert. Das Detektionssignal wird spektral in auf die Lasermodulationsfrequenz abgestimmte Frequenzkomponenten zerlegt. Die Oberschwingung des Signals wird in der Regel zur Messung der Konzentrationen des absorbierenden Gases verwendet.

Da bei der gewählten Wellenlänge keine Absorptionslinien von anderen Gasen vorkommen, gibt es keine direkte Querempfindlichkeit. Die gemessene Gaskonzentration ist somit proportional zur Amplitude der Absorptionslinie.

Die gemessene Gaskonzentration kann allerdings durch eine andere Störgröße beeinflusst werden. Hierbei handelt es sich um den Linienverbreiterungseffekt, der durch zusammenstoßende Moleküle hervorgerufen wird. Verschiedene Molekülarten können die Absorptionslinie unterschiedlich verbreitern

3.2 Umfang und Aufbau der Messeinrichtung

Die geprüfte Messeinrichtung besteht aus folgenden Teilen:

- Sendeeinheit mit Spülgaseinrichtung und Auswertungssystem
- Empfangseinheit mit Spülgaseinrichtung und internen Vergleichsküvette
- 5 m langen Datenkabel zum Verbinden der Sende- und Empfangseinheiten
- Stromversorgung
- Beheizter Messpfad (aktive Messpfadlänge: 0,513 m)
- Unbeheizter Messpfad (aktive Messpfadlänge: 0,712 m)
- System-Software, Version STL 6.1e2 für SERVOTOUGH Laser Model 2930
- Evaluationssoftware gmw61, Version V.1.2.1.3 für SERVOTOUGH Laser Model 2930



Abbildung 2: SERVOTOUGH Laser Model 2930 im Labortest

Die Sendereinheit wird auf einem DN50-Flansch montiert. Sie enthält eine temperaturstabilisierte Laserdiode, eine Optik zur Bündelung des Laserstrahls und eine Hauptplatine. Der Laser ist auf eine bestimmte, zur Gasdetektion benutzte Wellenlänge und Frequenz abgestimmt. Servotough Laser Systeme sind zur Messung verschiedene Gase verfügbar. Für die verschiedenen Servotough Laser Systeme variieren die Wellenlängen je nach dem zu messenden Gas zwischen 0,7 und 2 µm. Durch Veränderung des Diodenstromes wird die Wellenlänge des Lasers über der Absorptionslinie des Gases gescannt. Die Sendereinheit beinhaltet auch die Hauptplatine und die Messwertanzeige. Über die RS232-Schnittstelle oder optional über die Ethernetschnittstelle kann für Servicearbeiten und zur Kalibrierung ein externer PC angeschlossen werden.

Die Empfängereinheit wird ebenfalls auf einem DN50-Flansch montiert. Sie enthält eine Linse zur Fokussierung des Laserstrahls auf den Detektor. Das empfangene Signal wird verstärkt und per Kabel zur Sendereinheit zurückgeführt.

Sowohl die Sender- als auch die Empfängereinheit verfügen über den Schutzgrad IP66. Das optische Fenster kann Drücken bis zu max. 6 bar standhalten. Die Montageflansche dienen gleichzeitig zur Ausrichtung und Stutzenspülung. Die Ausrichtung des Lasers ist einfach und



zuverlässig. Die Spülung schützt die optischen Fenster vor Staub oder anderen Verschmutzungen.

Die Senderelektronik befasst sich mit allen Berechnungs- und Überwachungsvorgängen. Drei Relais für Sammelstörung, Wartungsanforderung sowie Konzentrationsgrenzwert sind auf einer Hilfsplatine integriert. Über die Software können die Grenzwertschwellen festgelegt werden. Die Relais sind ausgelegt für 30 VDC / AC, bei max. 1,0A Belastung.

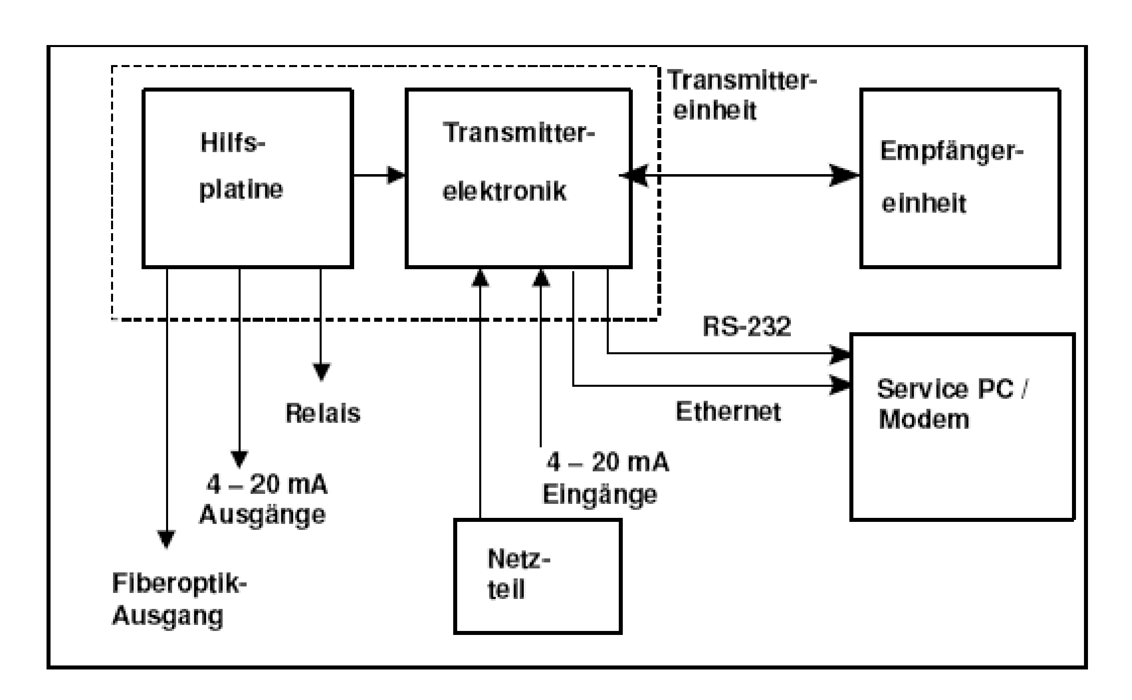


Abbildung 3: Blockdiagramm SERVOTOUGH Laser Model 2930

Die RS232-Schnittstelle kann während der Inbetriebnahme, der Kalibrierung und für Servicearbeiten an einen externen PC angeschlossen werden. Diese Schnittstelle befindet sich während des Normalbetriebes nicht in Gebrauch. Optional kann für Wartungsarbeiten zur Überbrückung von langen Kommunikationsstrecken ein Modem genutzt werden. Die Messwertanzeige zeigt ständig die Gaskonzentration, die Transmission des Laserstrahls sowie den Gerätestatus (Warn bzw. Fehlermeldungen) an.

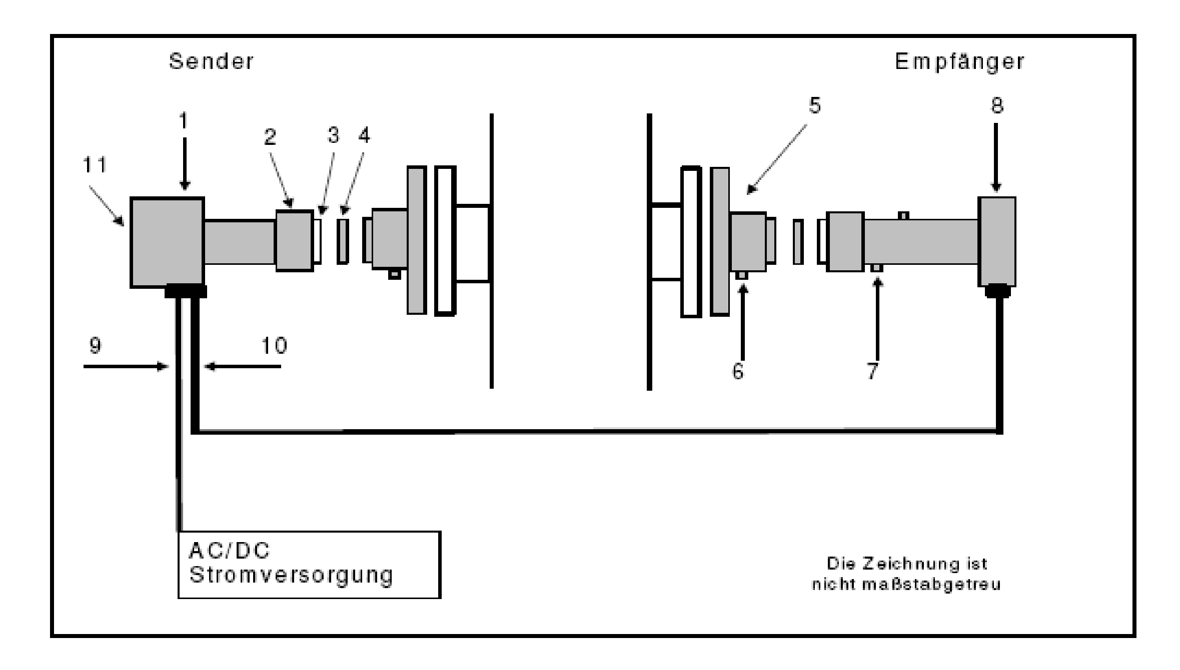


Abbildung 4: Einzelkomponenten der Messeinrichtung SERVOTOUGH Laser Model 2930

1. Senderelektronik mit Gehäuse
2. Überwurfmutter
3. Optisches Fenster
4. Adapterring
5. Ausrichteinheit (DN50 Flansch; Standard)
6. Spülgaseinlass
7. Gasanschluss Testzelle
8. Empfängerelektronik mit Gehäuse
9. DC Stromzufuhr
10. Empfängerkabel
11. LCD-Anzeige

3.3 Unterschied der Messeinrichtungen LaserGas II und SERVOTOUGH Laser Model 2930

Die beiden Messeinrichtungen Lasergas II der Firma NEO Monitors AS und SERVOTOUGH Laser Model 2930 der Firma Servomex Group Ltd. sind im Wesentlichen baugleich. Der Unterschied zwischen den beiden AMS besteht lediglich in der Bauart des Gehäuses (siehe Abbildung 5 und Abbildung 6. Beide Gehäuse verfügen allerdings über die gleichen Eigenschaften und über dieselbe Schutzklasse.



Abbildung 5: Servotough Laser



Abbildung 6: Lasergas II

3.4 Interne Null- und Referenzpunktüberprüfung

Die geprüfte Messeinrichtung war mit einer internen Nullpunktkontrolle für NH_3 und H_2O sowie einer Referenzpunktkontrolle für NH_3 ausgestattet. Diese ermöglicht eine Kontrolle des Null- und Referenzpunktes ohne die Messgeräte vom Abgaskanal zu entfernen.

Zur Kontrolle der Nullpunkte wird das Messsignal eingefroren und während der Überprüfung von den Messwerten subtrahiert. Um den Einfluss von eventuellen Konzentrationsschwankungen im Kanal auszuschließen, wird die Modulation des Laserstrahls während der Nullpunktkontrolle ausgeschaltet.

Zur Kontrolle des Referenzpunktes von NH_3 wird eine versiegelte, mit Ammoniak gefüllte, Zelle in den Strahlengang eingefahren. Die Zelle ist in der Empfängereinheit untergebracht. Das Messgerät verrechnet das Absorptionssignal der Gaskonzentration aus dem normalen Messbetrieb vor der Referenzkontrolle. Dieses Signal wird kontinuierlich vom Absorptionssignal während der Referenzkontrolle subtrahiert. Das daraus resultierende Signal entspricht der in der internen Zelle enthaltenen, konstanten, Gaskonzentration. Temperatur und Druckverhältnisse werden kontinuierlich von den internen Sensoren erfasst und in die Berechnung mit einbezogen.

3.5 Externe Null- und Referenzpunktkontrolle

Die Ergänzungsprüfung wurde mit Hilfe einer externen beheizten Prüfgaszelle mit einer aktiven Messweglänge von 0,513 m durchgeführt. Die Sender und Empfängereinheiten wurden links und rechts an die Messgaszelle angeflanscht. Die Zelle wurde auf 180°C beheizt. Die Prüfgaserzeugung erfolgte mit Hilfe eines Prüfgasgenerators vom Typ Hovacal.



Abbildung 7: Beheizte Prüfgaszelle





Abbildung 8: Beheizte Prüfgaszelle mit flanschmontierten Sende- und Empfängereinheiten mit der Messeinrichtung LaserGas II

3.6 Null- und Referenzpunktkontrolle von NH_3 in einer unbeheizten Prüfgaszelle

Da Servotough Laser auch als reine NH_3 Messeinrichtung vertrieben werden soll, wurde während der Ergänzungsprüfung der Null- und Referenzpunkt der Komponente NH_3 zusätzlich mit einer unbeheizten Messgasstrecke untersucht. Mit Hilfe der unbeheizten Messgasstrecke können Null und Prüfgase aus Druckgasflaschen zur Funktionsprüfung der Messeinrichtung verwendet werden.

Während des Labortestes für die Messeinrichtung LaserGas II wurde die Linearität sowie die Einstellzeit mit der unbeheizten Messgasstrecke überprüft. Dabei konnten keine Abweichungen zur Überprüfung mit der beheizten Messgasstrecke festgestellt werden. Die Messwerte sind auch auf die Messeinrichtung SERVOTOUGH Laser Model 2930 zu übertragen.

Der aktive Messpfad bei der Prüfung in der unbeheizten Zelle beträgt 0,712 m. Die Ergebnisse der weiteren Driftprüfungen werden in 6c.5 erläutert.



Abbildung 9: Unbeheizte Prüfgaszelle



Abbildung 10: Unbeheizte Prüfgaszelle mit flanschmontierten Sende- und Empfängereinheiten der Messeinrichtung SERVOTOUGH Laser Model 2930

4. Prüfprogramm

4.1 Laborprüfung

Aufgrund der Baugleichheit der Messeinrichtungen LaserGas II und SERVOTOUGH Laser Model 2930 wurde der wesentliche Teil der Unersuchungsergebnisse aus der Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung LaserGas II übernommen. Der Unterschied zwischen den Messeinrichtungen besteht lediglich in einem anderen Gehäuse, wobei die beiden Gehäusebauarten aber die gleichen Eigenschaften haben.

Deshalb wurde mit den Messeinrichtungen des Typs SERVOTOUGH Laser Model 2930 lediglich Linearitätsuntersuchungen sowie Klimakammeruntersuchungen für NH_3 und eine Designprüfung durchgeführt, während alle übrigen Untersuchungsergebnisse aus der Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung LaserGas II für NH_3 und H_2O übernommen wurden.

Die Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung LaserGas II wurde 2008 beendet. Die Untersuchungen erfolgten für diese Messeinrichtung bereits weitgehend gemäß DIN EN 15267-3, allerdings erfolgte die Berichterstattung noch gemäß VDI 4203-2. Im vorliegenden Bericht für die Messeinrichtung SERVOTOUGH Laser Model 2930 werden jedoch alle Messergebnisse entsprechend den Vorgaben der aktuellen Richtlinie DIN EN 15267-3 dargestellt.

Die Laborprüfung wurde mit zwei vollständigen identischen Geräten des Typs SERVOTOUGH Laser Model 2930 mit den Gerätenummern:

Nr. 1: 3473 und Nr. 2: 3474 durchgeführt.

Mit diesen Messeinrichtungen wurden gemäß Richtlinie die folgenden Untersuchungen für den Labortest durchgeführt:

- Überprüfung der vollständigen Messsysteme,
- Überprüfung der CE-Kennzeichnung,
- Überprüfung der Sicherung der Justierung,
- Überprüfung der Anzeigebereiche und Nullpunktlage,
- Überprüfung der Schutzarten durch Gehäuse,
- Überprüfung der Linearität (Lack-of-fit) für NH_3 im Zertifizierbereich,
- Überprüfung des Einflusses der Umgebungstemperatur für NH_3,

Alle übrigen Untersuchungen für den Labortest wurden aus der Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung LaserGas II für NH_3 und H_2O übernommen. Dieser Teil der Laborprüfung wurde mit zwei vollständigen identischen Geräten des Typs LaserGas II für NH_3 und H_2O mit den Gerätenummern:

Nr. 1: 3187 und Nr. 2: 3474 durchgeführt.

Die Untersuchungsergebnisse für die folgenden Prüfpunkte wurden aus dem Eignungsprüfbericht der Messeinrichtung LaserGas II für NH_3 und H_2O übernommen:

- Überprüfung der zusätzlichen Messwertausgänge,
- Überprüfung der Anzeige von Statussignalen,
- Überprüfung der Verschmutzungskompensation von optischen Grenzflächen,
- Überprüfung der Einstellzeit,
- Überprüfung der Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt,
- Überprüfung der Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt,
- Überprüfung der Null- und Referenzpunktdrift,
- Überprüfung des Einflusses des Probegasdrucks,
- Überprüfung des Einflusses der Netzspannung,

- Überprüfung des Einflusses von Schwingungen,
- Überprüfung der Querempfindlichkeit,
- Überprüfung der Auswanderung des Messstrahls *(für in-situ AMS)*,
- Überprüfung der Linearität (Lack-of-fit) für H_2O,
- Überprüfung der Linearität (Lack-of-fit) für NH_3,
- Überprüfung des Einflusses der Umgebungstemperatur für H_2O.,

Die beiden folgenden Tabellen zeigen die Messkomponenten und deren Zertifizierungsbereiche, für die dieses Prüfprogramm oder ein verkürztes Prüfprogramm durchgeführt wurde.

Tabelle 1: Geprüfte Komponenten und Zertifizierungsbereiche im Labortest

Komponente	Zertifizierungsbereich	Einheit
NH_3	0 – 10	mg/m³
H_2O	0 - 40	Vol.-%

Tabelle 2: Zusätzliche mit verkürztem Programm zu prüfende Messbereiche

Komponente	Messbereich			Einheit
NH_3	0	-	15	mg/m³
H_2O	0	-	30	Vol.-%
H_2O	0	-	50	Vol.-%

4.2 Feldtest

Mit den Messsystemen des Typs SERVOTOUGH Laser Model 2930 wurde kein zusätzlicher Feldtest durchgeführt. Im Labortest konnte sichergestellt werden, dass die Messeinrichtungen SERVOTOUGH Laser Model 2930 und LaserGas II bis auf das Gehäuse baugleich sind und dass die Gehäusebauart keinen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit der Messeinrichtung hat. Deshalb konnten die Untersuchungsergebnisse aus den Felduntersuchungen der Messeinrichtung LaserGas II für NH_3 und H_2O für diesen Prüfbericht übernommen werden.

Die Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung LaserGas II wurde 2008 beendet. Die Untersuchungen erfolgten für diese Messeinrichtung bereits weitgehend gemäß DIN EN 15267-3, allerdings erfolgte die Berichterstattung noch gemäß VDI 4203-2. Im vorliegenden Bericht für die Messeinrichtung SERVOTOUGH Laser Model 2930 werden jedoch alle Messergebnisse entsprechend den Vorgaben der aktuellen Richtlinie DIN EN 15267-3 dargestellt.

Der Feldtest erfolgte im Abgas einer Müllverbrennungsanlage in einer Zeitspanne von über einem Jahr. Die Anlagenzustände waren die folgende:



Art der Anlage:	Müllverbrennungsanlage
Abgasreinigungsanlage (vor Messstelle):	Abgasreinigung mittels SNCR-Einheit, Cyclone, Sprühabsorber (Injektion von Kalkwasser) und Gewebefilter
Einbausituation der Messgeräte:	Die Messstellen wurden in einem senkrecht verlaufenden runden Abgaskanal mit einem seitlichen Offsetwinkel von 90° eingebaut. Die Zu- und Abflussstellen der gewählten Messbereiche erfüllen die Mindestanforderungen der DIN EN 15259 Richtlinie. Der Kanaldurchmesser D_h beträgt 1,40 m, die Messfläche 1,54 m^2. Die Zu- und Abflussstellen sind > 3 * D_h. Die Messöffnungen für eine Vergleichsmessung liegen seitlich am Kanal und 1,50 m über dem zu prüfenden Gerät, in Durchflussrichtung des Abgases. Der Einbauschacht der zu prüfenden Geräte befinden sich seitlich am Kanal und 1,20 m über der Betriebsplattform.
Abgasrandbedingungen: Feuchte: Temperatur: Staubgehalt:	 ca. 15 bis 20 Vol.-% f_f ca. 160 °C ca. < 20 mg/m³ (in Bezug auf Kanalverhältnisse)

Die Anlage wurde gewählt, weil sie einen typischen Einsatzort des Messsystems in der Zukunft darstellt.

Der Feldtest startete am 31.07.2007 und endete am 05.08.2008. Für den Feldtest wurde folgendes Testprogramm festgelegt:

- Funktionsprüfung der Geräte,
- Überprüfung der Einstellzeit,
- Überprüfung der Linearität (Lack-of-fit),
- Überprüfung der Kalibrierfunktion,
- Überprüfung des Wartungsintervalls,
- Überprüfung der Null- und Referenzpunktdrifte,
- Überprüfung der Verfügbarkeit,
- Überprüfung der Vergleichspräzision,
- Überprüfung der Verschmutzung *(in-situ AMS).*

Während des Tests waren die Geräte wie in der folgenden Tabelle beschrieben eingestellt:

Tabelle 3: Eingestellter Zertifizierungsbereich während des Feldtests

Komponente	Zertifizierungsbereich			Einheit
NH_3	0	-	10	mg/m³
H_2O	0	-	40	Vol.-%

Während des Feldtests wurde die aktive Messlänge durch das Einschieben von Röhren in die Flansche auf 1,00 m eingestellt.

Die periodischen Driftprüfungen von Null- und Referenzpunkt wurden mittels eines beheizten Prüfgastunnels bei einem aktiven Messpfad von 0,513 m durchgeführt. Darüber hinaus wurden die Nullpunkte und der NH_3-Referenzpunkt mit internen Null- und Referenzzellen überprüft.

Während der zweiten Hälfte des Feldtests wurden zusätzliche Driftprüfungen für die Komponente NH_3 mittels eines unbeheizten Prüfgastunnels bei einem aktiven Messpfad von 0,712 m durchgeführt.

5. Standardreferenzmessverfahren

5.1 Messverfahren (kontinuierliche Messverfahren)

5.1.1 [NH_3] Messverfahren für die Vergleichsmessungen

Messobjekt:	gasförmiger Ammoniak
Messverfahren:	Richtlinie VDI 2461, Blatt 2, Mai 1976, VGB-Methode ∗)
Analyse:	Nessler-Verfahren nach Wasserdampf-destillation
Probenahme:	VDI-Richtlinie / VGB-Methode
Messplatzaufbau:	
Entnahmesonde:	Quarz, beheizt
Partikelfilter:	Quarzwatte im Filtergehäuse aus Quarz, Quarzfaser Whatman, 1851 beheizt auf 150 °C
Gasvolumenmessgerät:	Gasuhr (Bauart: trocken)
Absorptionsgefäß:	100 ml-Waschflaschen mit Fritten D2 (zweifach
Sorptionsmittel:	Schwefelsäure (0,05 mol/l), je 40 ml
Abstand Sonde / Abscheideelement:	1,7 m
Standzeit der Proben:	5 Tage
Transport und Lagerung, Sorptionsmittel:	in Braunglasflaschen mit PE-Deckel

∗) Chemische Untersuchungen im Rahmen der selektivkatalytischen Reduktion von Stickstoffoxiden im Rauchgas (Messung von NH_3); R. Diehl et al. 1985

Analytische Bestimmung:

Zugabe zu Absorptionslösung: 0,1 ml einer 1%igen $KMnO_4$-Lösung, 100 ml Schwefelsäure (0,165 mol/l), 30 ml 32%iger NaOH; Destillation über 6,25 min;. zu Aliquot des Destillats 2,5 ml Tartratlösung,1,87 ml Nessler-Reagenzlösung, 100 ml Schwefelsäure (0,05 mol/l); nach 30 Minuten Extinktionsmessung bei 450 nm (Küvette 50 mm) gegen Schwefelsäure

Analysengeräte:	Destillationseinheit 321 der Firma Büchi
	Shimadzu-Fotometer UV – 1650PC
Standards (NH_4^+):	Standardlösung (Merck, 19812, 1 g/l) Standardkalibrierverfahren mit Kalibrierkurve
Verfahrenskenngrößen:	
Einfluss von Begleitstoffen:	H_2S, HCHO / $KMnO_4$, Aldehyde, Amine, Ketone, Alkohole und Chloramine
Nachweisgrenze (gesamte Probenmenge):	0,01 mg ≙ 0,2 mg/m³ bei 50 l Probengas-volumen

Maßnahmen zur Qualitätssicherung:

Dichtheitsbestimmung der Probenahmeeinrichtung

Bestimmung des Gesamtleerwerts der Probenahmeeinrichtung

5.1.2 [H_2O] Messverfahren für die Vergleichsmessungen

Komponente:	**Abgasfeuchte**
Messverfahren:	Adsorption an Silikagel
Analyse:	gravimetrische Bestimmung
Geräte für die Probenahme	
Entnahmesonde:	Quarz, beheizt auf 180 °C
Partikelfilter:	Quarzwatte im Filtergehäuse aus Quarz, beheizt
Gasvolumenmessgerät:	Gasuhr (Bauart: trocken)
Absorptionseinrichtung:	100 ml-Waschflaschen mit Fritten D2 (2fach)
Sorptionsmittel:	Silikagel
Abstand Sonde / Abscheideelement:	1,7 m
Analytische Bestimmung	
Analysengeräte:	600 g-Waage
Verfahrenskenngrößen / Maßnahmen zur Qualitätssicherung	
Einfluss von Begleitstoffen:	
Nachweisgrenze:	0,1 g ≙ 0,2 Vol.-% bei 0,06 m³
Maßnahmen zur Qualitätssicherung:	Doppelbestimmungen

5.2 kontinuierliche Messverfahren

5.2.1 [O_2] Messverfahren für die Vergleichsmessungen

Kontinuierliche Messverfahren für gasförmige Messobjekte:	
Messverfahren / VDI-Richtlinie:	Paramagnetismus / DIN EN 14789
Analysator:	TÜV-Messeinrichtung
Hersteller / Typ:	Xentra / 4900
Eingestellter Messbereich:	0 - 25 Vol.-%
Gerätetyp eignungsgeprüft:	ja
Messplatzaufbau:	
Entnahmesonde:	Quarz, beheizt, 180 °C
Partikelfilter:	Quarzwatte im Filtergehäuse aus Quarz, beheizt durch Abgas
Probengasleitung vor Gasaufbereitung:	Beheizt 180 °C, Länge 5 m
Probengasleitung nach Gasaufbereitung:	unbeheizt, Länge 1 m
Werkstoff der gasführenden Teile:	Edelstahl, PTFE
Messgasaufbereitung:	Messgaskühler
Fabrikat / Typ:	M. & C. / PSS-5
Temperatur geregelt auf:	5 °C
Messgasaufbereitung:	Permeationstrockner
Fabrikat / Typ:	Gröger & Obst / GOT 200
Temperatur geregelt auf:	Der Trocknungsgrad des Messgases entspricht einer Taupunkttemperatur von -10 °C.
Messgasaufbereitung mit Trockenmittel:	Silicagel
Überprüfen der Gerätekennlinie mit folgenden Prüfgasen:	
Nullgas:	N_2
Prüfgas:	getrocknete Außenluft, 21 Vol.-%
90%-Einstellzeit des gesamten Messaufbaus:	< 90 s
Registrierung der Messwerte:	Datenlogger Yokogawa DX 112-3-2

5.3 Testgase

N_2 wurde als Trägergas für die Bestimmung der Komponente NH_3 und Abgasfeuchtigkeit verwendet. Die Prüfgase wurden von einem HOVACAL-Gasgenerator hergestellt. Alle Lösungen wurden entweder neu hergestellt oder vor dem Test der AMS auf ihre Konzentration geprüft. Standardmäßig wurden Lösungen mit folgenden Konzentrationen benutzt:

Gereinigtes Wasser

NH_3: 0,005 mol/l

NH_3: 0,003 mol/l

Die bezeichneten Prüfgase wurden für Driftprüfungen auf dem unbeheizten Messpfad benutzt:

Nullgas:	Stickstoff N_2
Prüfgas NH_3:	
Flaschennummer:	10631 (8643C)
Hersteller / Herstelldatum:	Praxair / 2007-08-12
Stabilitätsgarantie / zertifiziert:	36 Monate / ja
Zertifiziert von [Name] / am [Datum]:	Hauseigenes Prüflabor / 31.08.2007
Rel. Unsicherheit gemäß Zertifikat:	± 2 %

Für die Prüfungen wird nur Material und Gerät eingesetzt, das zum Zeitpunkt der Prüfung dem Qualitätsmanagement der TEU nach DIN EN 17025 entsprochen hat.



6. Prüfergebnisse

6a Allgemeine Anforderungen

6a.1 [5.1 Anwendung der Mindestanforderung]

Das Prüflaboratorium muss mindestens zwei identische automatische Messeinrichtungen (AMS) prüfen. Alle geprüften AMS müssen die in diesem Dokument festgelegten Mindestanforderungen sowie die in den jeweiligen rechtlichen Regelungen festgelegten Anforderungen an die Messunsicherheit einhalten.

Bewertung

Während der Ergänzungsprüfung wurden jeweils im Labor und während des Feldtests zwei identische Messeinrichtungen geprüft. Die Messeinrichtungen erfüllen die Mindestanforderungen zur Überwachung von Emissionen aus stationären Quellen sowie die geforderte Messunsicherheit.

Die Prüfungen und Ergebnisse sind in den entsprechenden Kapiteln 6a, 6b und 6c dargestellt. Die Darstellung der Ergebnisse zu der geforderten Messunsicherheit befindet sich im Kapitel 6d.

6a.2 [5.2 Zu prüfende Bereiche]

5.2.1 Zertifizierungsbereich

Der Zertifizierungsbereich, in dem die AMS zu prüfen ist, muss durch Angabe der unteren und der oberen Grenze des Bereiches festgelegt werden. Der Bereich muss für die vorgesehene Anwendung der AMS geeignet sein. Der Zertifizierungsbereich ist wie folgt festzulegen:

a) für Abfallverbrennungsanlagen als Bereich von null, falls die AMS Null messen kann, bis zum maximal 1,5-fachen des Emissionsgrenzwertes (ELV) für den Tagesmittelwert;

b) für Großfeuerungsanlagen als Bereich von null, falls die AMS Null messen kann, bis zum maximal 2,5-fachen des Emissionsgrenzwertes (ELV) für den Tagesmittelwert;

c) für andere Anlagen unter Berücksichtigung des jeweiligen Emissionsgrenzwertes oder jeder anderen Anforderung in Bezug auf die vorgesehene Anwendung.

Als Ergänzung zu den oben aufgeführten Zertifizierungsbereichen können Hersteller zusätzliche Bereiche wählen, die größer als der Zertifizierungsbereich sind. Hersteller können für verschiedene Anwendungen unterschiedliche Bereiche wählen. Falls eine automatische Messeinrichtung beispielsweise für den Einsatz an Müllverbrennungsanlagen geprüft wird, kann sie auch an Großfeuerungsanlagen verwendet werden, wenn die zusätzliche Bereiche nach 5.2.2 geprüft werden.
Der/Die Zertifizierungsbereich(e) und die für jeden Bereich geprüften Mindestanforderungen müssen im Zertifikat angegeben werden.
Das Prüflaboratorium sollte für den Feldtest eine industrielle Anlage mit erkennbar schwierigen Randbedingungen auswählen. Dies bedeutet, dass die automatische Messeinrichtung dann auch bei weniger schwierigen Messbedingungen eingesetzt werden kann.

Bewertung

Die geprüften Zertifizierungsbereiche passen zu den Emissionsgrenzwerten für den Tagesmittelwert für Anlagen. Die Messeinrichtung ist in der Lage das Zweifache der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches zu messen.

Die Zertifizierungsbereiche und die für jeden Bereich geprüften Mindestanforderungen sind im Zertifikat angegeben.

Der ausgewählte Standort des Feldtests ist bereits in Kapitel 4.2 näher beschrieben.



5.2.2 Zusätzliche Bereiche

Falls ein Hersteller den Nachweis der Einhaltung der Anforderungen in einem zusätzlichen Bereich oder in mehreren zusätzlichen Bereichen wünscht, die größer als der Zertifizierungsbereich sind, dann sind einige ausgewählte, zusätzliche Prüfungen für alle zusätzlichen Bereiche notwendig. Diese zusätzlichen Prüfungen müssen mindestens die Untersuchung der Einstellzeit und des Lack-of-fit beinhalten. Die Querempfindlichkeit ist für Störkomponenten, die sich bei der Prüfung im Zertifizierungsbereich als relevant erwiesen haben, zu prüfen. Die Konzentration der relevanten Störkomponenten muss proportional größer als die festgelegten Werte sein, wobei der Proportionalitätsfaktor gleich dem Verhältnis des betrachteten zusätzlichen Bereiches zum Zertifizierungsbereich ist.
Zusätzliche Bereiche und die für diese Bereiche geprüften Mindestanforderungen sind im Zertifikat anzugeben.

Bewertung

Für beide Komponenten wurden zusätzliche Messbereiche definiert. Für diese Bereiche wurden einige zusätzliche Prüfungen durchgeführt. Die Ergebnisse zu diesen Zusatzprüfungen sowie eine Aufstellung der zusätzlich aufgegebenen Querempfindlichkeitskomponenten befinden sich in den jeweiligen Unterpunkten in den Kapiteln 6b und 6c.

Alle zusätzlichen Prüfungsbereiche sind im Zertifikat aufgeführt.

5.2.3 Untere Grenze der Bereiche

Die untere Grenze des Zertifizierungsbereiches ist üblicherweise Null.

Bewertung

Die untere Grenze des Zertifizierungsbereiches liegt für alle geprüften Komponenten bei Null.

5.2.4 Angabe von bereichsbezogenen Mindestanforderungen

Die festgelegten Mindestanforderungen werden für alle Messkomponenten mit Ausnahme von Sauerstoff als prozentualer Anteil der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches angegeben. Für Sauerstoff werden die Mindestanforderungen als Volumenkonzentration angegeben. Eine bereichsbezogene Mindestanforderung entspricht der größten Abweichung, die in einer Prüfung zulässig ist, wobei das Vorzeichen der in der Prüfung ermittelten Abweichung nicht von Belang ist.

Bewertung

Für alle Prüfungen werden die Abweichungen als prozentualer Anteil der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches angegeben. Die Abweichungen von H_2O werden als Volumenkonzentration angegeben.

5.2.5 Bereiche für optische In-Situ-AMS mit variabler optischer Länge

Der Zertifizierungsbereich für optische In-Situ-AMS mit variabler optischer Länge muss in Einheiten festgelegt werden, die sich als Produkt aus der Konzentration der Messkomponente und der optischen Weglänge ergeben.
Die bei der Prüfung verwendete Weglänge ist im Zertifikat anzugeben.

Bewertung

Das Produkt der Konzentration der Messkomponente und der optischen Weglänge beträgt 10 mg/m³*m für NH_3, was dem Zertifizierungsbereich der AMS entspricht. Für Wasser ergibt sich ein Wert von 40 Vol-%*m. Die für die Prüfung verwendete Weglänge beträgt 1,00 m.

6a.3 [5.3 Herstellungsbeständigkeit und Änderung der Gerätekonfiguration]

Die Zertifizierung einer AMS gilt nur für das Prüfmuster, das die Ergänzungsprüfung durchlaufen hat. Nachfolgende Änderungen der Gerätekonfiguration, die Einfluss auf das Leistungsvermögen der AMS haben könnten, können dazu führen, dass die Zertifizierung ungültig wird.
Die Herstellungsbeständigkeit und Änderungen der Gerätekonfiguration werden in der DIN EN 15267-2 behandelt.

Bewertung

Die durchgeführten Prüfungen wurden mit den in Kapitel 3 ausführlich beschriebenen Messeinrichtungen durchgeführt. Die Prüfergebnisse in diesem Prüfbericht und im zugehörigen Zertifikat beziehen sich nur auf Messeinrichtungen, die den geprüften Prüfmustern entsprechen. Der Hersteller wurde darauf hingewiesen, dass jegliche Änderung an der Messeinrichtung mit dem Prüfinstitut abgesprochen werden muss und zu Nach- oder Neuprüfungen der Messeinrichtung führen kann.

Bei Änderungen an der Gerätekonfiguration für Hard- und/oder Software ist der Fortbestand der Gültigkeit der Zertifizierung nicht garantiert.

6a.4 [5.4 Qualifikation der Prüflaboratorien]

Prüflaboratorien müssen über eine Akkreditierung nach EN ISO/IEC 17025 verfügen. Weiterhin müssen sie für die Durchführung der in dieser Europäischen Norm festgelegten Prüfungen akkreditiert sein. Prüflaboratorien müssen die Unsicherheiten der einzelnen in der Ergänzungsprüfung verwendeten Prüfprozeduren kennen.

CEN/TS 15675 ergänzt die Norm EN ISO/IEC 17025 hinsichtlich der Durchführung von Emissionsmessungen. Diese Ergänzungen sollten bei der Verwendung der festgelegten Standardreferenzmessverfahren berücksichtigt werden.

Bewertung

Das Prüfinstitut TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH ist nach DIN EN ISO/IEC 17025 für Ergänzungsprüfungen (QAL1), Funktionsprüfungen (AST), Kalibrierungen (QAL2) und Emissionsmessungen bis zum 31.01.2013 akkreditiert.

Im Anhang ist als Abbildung 61 die Akkreditierungs-Urkunde beigefügt.



6b Laborprüfungen

6b.1 [6.1 Automatische Messeinrichtungen für die Prüfung]

Alle für die Prüfung bereit gestellten automatischen Messeinrichtungen müssen vollständig sein. Die Anforderungen gelten nicht für Einzelkomponenten einer AMS. Der Prüfbericht muss für eine festgelegte AMS unter Angabe aller Einzelkomponenten angefertigt werden.
Automatische Messeinrichtungen mit extraktiver Probenahme müssen geeignete Vorrichtungen zur Filterung von Feststoffen, zur Vermeidung von chemischen Reaktionen in der Probenahmeinrichtung, zur Vermeidung von Mitnahmeeffekten und zur effektiven Kontrolle von Wasserkondensat besitzen.
Messeinrichtungen, die über unterschiedlich lange Probenahmeleitungen verfügen, müssen mit einer Probenahmeleitung geprüft werden, deren Länge zwischen dem Prüflaboratorium und dem Hersteller vereinbart wird. Die Länge der Probenahmeleitung ist im Prüfbericht anzugeben.
Das Prüflaboratorium muss den Typ der Probenahmeeinrichtung im Prüfbericht beschreiben.

Gerätetechnische Ausstattung

Die Prüfung wurde mit zwei vollständigen und baugleichen Messeinrichtungen vom Typ SERVOTOUGH Laser Model 2930, einem beheizten Messpfad mit aktiver Messpfadlänge von 0,513 m und einem unbeheizten Messpfad mit aktiver Messpfadlänge von 0,712 m durchgeführt. Außerdem wurden verschieden Prüfungen mit zwei kompletten Messeinrichtungen des weitgehend baugleichen eignungsgeprüften Gerätetyps LaserGas II durchgeführt. Details hierzu sind in Kapitel 4 dargestellt. Im Messgerät sind die System-Software mit der Versionsnummer 6.1e2 und Evaluationssoftware gmw61 Version V.1.2.1.3 implementiert.

Durchführung der Prüfung

Die Messeinrichtungen und das Handbuch wurden auf Vollständigkeit überprüft.

Kapitel 3 enthält eine ausführliche Beschreibung und Abbildungen der geprüften Messeinrichtung („Beschreibung der geprüften Messeinrichtung“).

Auswertung

Die beiden Messeinrichtungen waren baugleich und bestehen aus folgenden Teilen:

- Sendeeinheit mit Spülgaseinrichtung und Auswertungssystem
- Empfangseinheit mit Spülgaseinrichtung und internen Vergleichsküvette
- 5 m langen Datenkabel zum Verbinden der Sende- und Empfangseinheiten
- Stromversorgung
- Beheizter Messpfad (aktive Messpfadlänge: 0,513 m)
- Unbeheizter Messpfad (aktive Messpfadlänge: 0,712 m)
- System-Software, Version STL 6.1e2
- Evaluationssoftware gmw61, Version V.1.2.1.3

Bewertung

Die eignungsgeprüfte Ausführung umfasst die vollständige Messeinrichtung einschließlich Sendeeinheit mit Stromversorgung und Empfangseinheit, beheiztem Messpfad (aktive Messpfadlänge: 0,513 m) und dem unbeheizten Messpfad (aktive Messpfadlänge: 0,712 m).

Damit werden die Bedingungen der Mindestanforderungen erfüllt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Abbildungen der Messeinrichtung sind im Kapitel 3 enthalten.

Eine Kopie des Handbuches befindet sich im Anhang ab Seite 179.



6b.2 [6.2 CE-Kennzeichnung]

Die automatische Messeinrichtung muss die Anforderungen der anzuwendenden EG-Richtlinien an die CE-Kennzeichnung einhalten. Dazu gehören beispielsweise

- *die Richtlinie 89/336/EWG über die elektromagnetische Verträglichkeit und ihre Änderung durch die Richtlinien 92/31/EWG und 93/68/EWG*
- *und die Richtlinie 72/23/EWG über elektrische Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen und ihre Änderung durch die Richtlinie 93/68/EWG.*

Hersteller oder Anbieter von automatischen Messeinrichtungen müssen einen überprüfbaren und nachvollziehbaren Nachweis erbringen, dass die in den für die Geräte geltenden EG-Richtlinien festgelegten Anforderungen eingehalten werden.

Gerätetechnische Ausstattung

Nicht notwendig für diesen Prüfpunkt.

Durchführung der Prüfung

Der Hersteller legte die Bescheinigungen und Prüfunterlagen vor.

Auswertung

Es lagen dem Prüfinstitut folgende Unterlagen vor:

- CE-Bescheinigung
- Zertifikat zu der Richtlinie 89/336/EEC (EMV)
- Zertifikat zu der Richtlinie 72/23/EEC (LVD)

Bewertung

Das Zertifikat über die CE-Kennzeichnung lag dem Prüfinstitut vor.
Damit werden die Bedingungen der Mindestanforderungen erfüllt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse.

Nicht notwendig für diesen Prüfpunkt.

6b.3 [6.3 Unbefugtes Verstellen

Die Messeinrichtung muss über eine Sicherung gegen unbefugtes Verstellen der Justierung verfügen.

Gerätetechnische Ausstattung

Hier nicht notwendig.

Durchführung der Prüfung

Das Justieren der automatischen Messeinrichtung ist mittels der Zugriffsoftware möglich. Ein Kennwort schützt vor unbefugtem oder unbeabsichtigtem Verstellen während des Betriebs. Zugriff auf Steuerfunktionen ist ohne Kenntnis der Kennwörter nicht möglich. Die AMS kann ohne PC-Zugriff nicht justiert werden.

Auswertung

Zugriff auf Steuerfunktionen ist ohne Kenntnis der entsprechenden Kennwörter nicht möglich.

Bewertung

Sicherung der Steuerfunktionen ist durch die Eingabe von Kennwörtern gewährleistet.
Damit werden die Bedingungen der Mindestanforderungen erfüllt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6b.4 [6.4 Anzeigebereiche und Nullpunktlage]

Die automatische Messeinrichtung muss über einen Messsignalausgang mit lebendem Nullpunkt (z. B. 4 mA) verfügen, so dass negative und positive Messsignale angezeigt werden können.
Die AMS muss über eine Geräteanzeige verfügen, die das Messsignal anzeigt. Die Geräteanzeige darf sich außerhalb der AMS befinden.

Das Prüflaboratorium hat zu überprüfen, ob die Anzeigebereiche der automatischen Messeinrichtung eingestellt werden können und ob diese Anzeigebereiche für die jeweilige Messaufgabe geeignet sind.
Die mit der AMS zu überwachenden Grenzwerte sollten dokumentiert werden. Weiterhin sollte die Eignung der Anzeigebereiche der AMS für geltende EG-Richtlinien und andere vorgesehene Anwendungen beschrieben werden.
Das Prüflaboratorium muss mit Hilfe von Referenzmaterialien überprüfen, ob der Anzeigebereich mindestens doppelt so groß wie der Zertifizierungsbereich ist.

Gerätetechnische Ausstattung

Für die Bestimmung der Null- und Referenzpunkte wurden ein HOVACAL-Prüfgasgenerator und ein beheizter Messpfad mit aktiver Messpfadlänge von 0,513 m verwendet. Der Prüfgasgenerator wurde mit Stickstoff aus Druckflaschen betrieben. Zur Aufnahme der Messsignale wurde ein von Yokogawa hergestellten DX 112-3-2-Datenaufnehmer eingesetzt.

Durchführung der Prüfung

Die Analogsignale bei den Null- und Referenzanzeigen wurden aufgenommen um zu überprüfen, ob die gewünschten Messbereiche eingestellt werden können und ob diese den Mindestanforderungen der Prüfung entsprechen.

Die Signalausgabe wurde mit Null- und Prüfgasaufgabe daraufhin überprüft, ob die Anforderungen, wie lebenden Nullpunkt und Messbereich, eingehalten werden.

Auswertung

Der Nullpunkt liegt mit 4 mA bei 20 % des analogen Geräteausgangs. Die Lage des Nullpunktes kann auf 4 mA eingestellt werden. Der Referenzpunkt befindet sich bei ca. 70 bis 80 % des Geräteausgangs und des verbundenen mA-Wertes des Analogausgangs entsprechend der Prüfgaskonzentration.

Bewertung

Die Lage des Nullpunktes kann auf 4 mA eingestellt werden. Die Lage des Referenzpunktes im Messbereich kann durch Änderung der Prüfgaskonzentration eingestellt werden.

Damit werden die Bedingungen der Mindestanforderung erfüllt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6b.5 [6.5 Zusätzliche Messwertausgänge]

Die automatische Messeinrichtung muss über einen zusätzlichen Messwertausgang verfügen, der den Anschluss eines zusätzlichen Anzeige- und Registriergerätes erlaubt, also einen Ausgang für das Datenerfassungssystem und einen zusätzlichen Ausgang für die Durchführung der QAL2, QAL3 und AST nach EN 14181.

Das Prüflaboratorium muss anschließend überprüfen, ob die Messsignale an dem zusätzlichen Messwertausgang mit denen der AMS übereinstimmen. Das Prüflaboratorium muss die Funktionsweise des zusätzlichen Messwertausganges im Prüfbericht beurteilen und beschreiben.

Gerätetechnische Ausstattung

Die Prüfung wurde mittels einer von Yokogawa hergestellten DX 112-3-2-Datenerfassung durchgeführt.

Durchführung der Prüfung

Zur Prüfung wurde der Datenaufnehmer an die Analogausgänge der Messeinrichtung angeschlossen. Die Prüfung erfolgte durch Vergleich des aufgenommenen Messsignals mit dem der AMS und mit dem Sollwert der Referenzmaterialien.

Auswertung

Die Messsignalausgänge der externen Geräte und die von der AMS angezeigten Ausgänge sind gleich.

Bewertung

Der Anschluss eines zusätzlichen Datenerfassungssystems ist möglich. Die Messsignalausgänge der externen Geräte und die von der AMS angezeigten Ausgänge sind gleich.

Damit werden die Bedingungen der Mindestanforderung erfüllt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6b.6 [6.6 Anzeige von Statussignalen]

Die automatische Messeinrichtung muss den Betriebszustand anzeigen. Weiterhin muss die AMS in der Lage sein, den Betriebszustand an eine Datenerfassungseinrichtung zu übermitteln.

Gerätetechnische Ausstattung

Die vorhandenen Statussignale wurden mit Hilfe eines digitalen Multimeters und durch visuelle Inspektion geprüft.

Durchführung der Prüfung

Durch Eingriff in die Messeinrichtung wurden Betriebszustände wie Wartung und Störung simuliert. Es wurde geprüft, ob die jeweiligen Statusmeldungen vom Gerät korrekt gemeldet wurden.

Auswertung

Das Gerät wurde auf richtige Ausgabe der Statusmeldungen geprüft.

Bewertung

Die Statusmeldungen wurden korrekt ausgegeben.
Damit werden die Bedingungen der Mindestanforderung erfüllt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6b.7 [6.7 Vermeidung oder Kompensation der Verschmutzung optischer Grenzflächen]

Beruht das Messprinzip auf optischen Verfahren, so muss die Messeinrichtung eine Vorrichtung besitzen, die eine Verschmutzung der optischen Grenzflächen vermeidet und/oder kompensiert.

Falls eine Verschmutzung die Messeinrichtung stört, muss der Einfluss der Verschmutzung auf das Leistungsvermögen einer optischen Messeinrichtung ermittelt werden, indem ein optisches Filter auf der Prozessseite der optischen Grenzfläche eingeschwenkt und die durch die simulierte Verschmutzung hervorgerufene Änderung des Messsignals aufgezeichnet wird. Die Prüfung sollte für die Sender- und Empfängeroptik wiederholt und mit einem Filter mit einer Nennopazität zwischen 4 % und 10 % durchgeführt werden. Falls die AMS über eine Kompensation der Verschmutzung verfügt, sollte diese während der Prüfung eingeschaltet sein. Für Geräte mit einer eingebauten Verschmutzungskompensation darf die Absorption durch das optische Filter vom Gerätehersteller festgelegt werden und mehr als 10 % betragen, um so eine umfassendere Prüfung der Kompensation zu ermöglichen. Der Einfluss einer Verschmutzung der optischen Grenzflächen auf das Messsignal ist unter Berücksichtigung der physikalischen Zusammenhänge zu ermitteln und nach Möglichkeit durch Messungen zu quantifizieren.
Das geräteinterne Verfahren zur Verschmutzungskontrolle muss vom Gerätehersteller nachvollziehbar beschrieben sein. Diese Funktion muss bei eingebauter Messeinrichtung im laufenden Betrieb verfügbar sein. Die AMS muss den Betrieb der Funktion anzeigen.

Gerätetechnische Ausstattung

Für diese Prüfung wurden ein beheizter Messpfad mit aktiver Messpfadlänge von 0,513 m und ein Schmierspray für Verschmutzung der optischen Grenzflächen benutzt.

Durchführung der Prüfung

Um den Einfluss der Verschmutzung auf das Leistungsvermögen der AMS zu bestimmen, wurden verschiedene inhomogene Verschmutzungen in den Lichtstrahl eingeführt. Ferner wurde die AMS auf Art und Funktionalität von Verschmutzungskontrollvorrichtungen geprüft. Während der Ergänzungsprüfung wurde der Einfluss von Wassertropfen in übersättigten Abgasen auf das gemessene Signal nicht separat getestet. Dennoch, solange die AMS über genügend Licht verfügt, um die gemessene Signale zu evaluieren, wird Funktionalitätsverlust nicht erwartet.

Auswertung

Die gemessenen Signale wurden nach der Verschmutzung der optischen Fenster ermittelt. Darüber hinaus wurde die Funktionalität der Verschmutzungskontrollvorrichtung (Durchlässigkeit) getestet. Die folgenden Meldesignale wurden je nach Grad der Verschmutzung eingestellt (Verringerung der Durchlässigkeit):

Tabelle 4: Meldesignale der AMS je nach Verschmutzungsgrad

Durchlässigkeit	Meldesignal
> 25 %	Keine
< 25 %	Geringe Durchlässigkeit
< 5 %	Fehler Laseraufstellung



Um die optischen Grenzflächen vor Verschmutzung während des Betriebs verlässlich zu schützen, wird ein Spülluftsystem verwendet. Es gab keine relevanten Verschmutzungen während des dreimonatigen Feldtests.

Bewertung

Die AMS verfügt über funktionsfähige Vorrichtungen, die die Verschmutzung während des Betriebs verhindern. Um die optischen Grenzflächen vor Verschmutzung verlässlich zu schützen, wird ein Spülluftsystem verwendet.

Damit ist diese Mindestanforderung zutreffend.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Tabelle 5: Prüfung von Vermeidung oder Kompensation der Verschmutzung, Gerät 1

Gerät 1 (3187)					
Verschmutzungsgrad	ca. 25 %	ca. 50 %	ca. 75 %	ca. 90 %	100 %
Transmission	89 %	78 %	54 %	15 %	2 %
NH_3	16,78 mA	16,71 mA	16,59 mA	15,26 mA	4,02 mA
H_2O	16,58 mA	16,55 mA	16,41 mA	14,13 mA	4,04 mA
Statussignal	Keine	Keine	Keine	Geringe Durchlässigkeit	Fehler Laseraufstellung

Tabelle 6: Prüfung von Vermeidung oder Kompensation der Verschmutzung, Gerät 2

Gerät 2 (3188)					
Verschmutzungsgrad	ca. 25 %	ca. 50,%	ca. 75,%	ca. 90,%	100,%
Transmission	87 %	75,%	47,%	11,%	3,%
NH_3	16,73 mA	16,60 mA	16,56 mA	15,37 mA	4,02 mA
H_2O	16,65 mA	16,57 mA	16,52 mA	14,05 mA	4,09 mA
Statussignal	Keine	Keine	Keine	Geringe Durchlässigkeit	Fehler Laseraufstellung

6b.8 [6.8 Schutzarten durch Gehäuse]

Geräte, deren Einbau auf belüftete Räume und Messschränke beschränkt ist, wo die Geräte vor Niederschlägen geschützt sind, müssen mindestens der Schutzart IP40 nach EN 60529 entsprechen.
Geräte, deren Einbau auf Orte mit Schutz vor Niederschlägen beschränkt ist, beispielsweise Orte mit Vordächern, wo die Geräte jedoch Niederschlägen auf Grund von beispielsweise Wind ausgesetzt sein können, müssen mindestens der Schutzart IP54 nach EN 60529 entsprechen.
Geräte, die zur Verwendung in Außenbereichen ohne jeglichen Wetterschutz vorgesehen sind, müssen mindestens der Schutzart IP65 nach EN 60529 entsprechen.

Gerätetechnische Ausstattung

Bericht über die Schutzartprüfung bereitgestellt durch den Hersteller.

Durchführung der Prüfung

Der Hersteller der AMS legte dem Prüflaboratorium den Bericht über die Prüfung des Gehäuses nach EN 60529 vor. Die Einhaltung der angegebenen Schutzart wurde überprüft.

Auswertung

Das Gerät entspricht der Schutzart IP 66. Das Gerät ist zur Aufstellung in Außenbereichen bestimmt, was die Schutzklasse IP65 oder höher erfordert. Die Schutzklasse ist daher ausreichend.

Bewertung

Das Gerät entspricht der Schutzart IP 66.
Damit werden die Bedingungen der Mindestanforderung erfüllt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Prüfung des Gehäuses bestätigt die angegebene Schutzklasse IP66.



6b.9 [6.9 Einstellzeit im Labortest]

Die automatische Messeinrichtung muss die folgenden Mindestanforderungen an die Einstellzeit einhalten.
Die Einstellzeit der Messeinrichtung darf nicht mehr als 200 s betragen. Für die Komponenten NH_3, HCl und HF darf sie nicht mehr als 400 s betragen.

Gerätetechnische Ausstattung

Die Prüfung wurde mittels eines Hovacal-Gasgenerators und eines beheizten Messpfads mit aktiver Messpfadlänge von 0,513 m durchgeführt. Dazu wurde die Einstellzeit der Komponente NH_3 mittels eines unbeheizten Messpfades mit aktiver Messpfadlänge von 0,712 m und Prüfgasen aus Druckgasbehälter getestet.

Durchführung der Prüfung

Die Einstellzeit wurde mit Prüfgas für den Anstieg auf 90 % und für den Abfall auf 10 % des Referenzpunktes ermittelt (vgl. Abbildung 27). Die Prüfung wurde mit feuchten Prüfgasen für die Komponenten H_2O und NH_3 durchgeführt.

Die Wartungs- und Nullpunktsignale wurden aktiviert. Danach wurde die beheizte Messzelle mit Prüfgas begast. Das System wurde dann wieder in den Messungsmodus eingestellt und das Nullpunktsignal deaktiviert. Somit konnte die Einstellzeit ermittelt werden.

Der komplette Testzyklus wurde vier Mal durchgeführt. Zwischen den Zyklen wurde eine Verzögerungszeit im Abstand vom vierfachen der Einstellzeit oder mindestens zehn Minuten eingestellt. Die Prüfung wurde im Rahmen der Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung LaserGas II durchgeführt. Da es sich hier um eine in-situ Messeinrichtung mit sehr kurzer Reaktionszeit (t_{90} < 25) handelt, wurde nur der Zertifizierungsbereich geprüft.

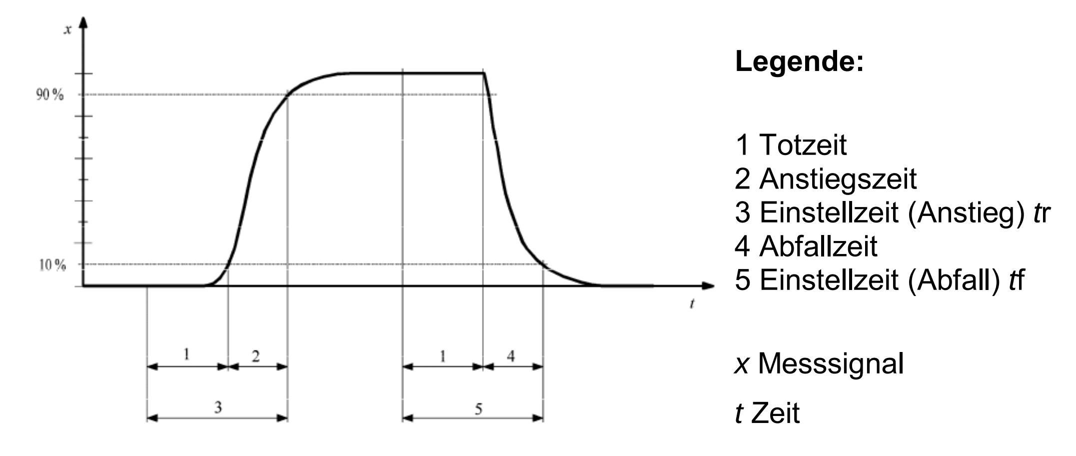


Abbildung 11: Schematische Darstellung der Prüfung der Einstellzeit

Auswertung

Der Mittelwert der Einstellzeiten im Anstiegsmodus und der Mittelwert der Einstellzeiten im Abfallmodus werden berechnet. Der größere der beiden Mittelwerte der Einstellzeiten im Anstiegsmodus und im Abfallmodus wird als Einstellzeit der AMS verwendet.

Die relative Differenz der Einstellzeiten wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$t_d = \left| \frac{t_r - t_f}{t_r} \right|$$

Dabei ist
t_d die relative Differenz zwischen den Einstellzeiten des Anstieg- und Abfallmodus;
t_r die im Anstiegmodus ermittelte Einstellzeit;
t_f die im Abfallmodus ermittelte Einstellzeit.

Bewertung

Es ergeben sich Einstellzeiten weniger als 2 s mit feuchtem Prüfgas.
Damit werden die Bedingungen der Mindestanforderung erfüllt.

Tabelle 7: Einstellzeiten von NH_3 im Labortest

NH_3, feucht	Gerät 1	Gerät 2
t_{90} für den Anstieg	t_r = < 2 s	t_r = < 2 s
t_{90} für den Abfall	t_f = < 2 s	t_f = < 2 s
rel. Differenz der t_{90}	t_d = 0,0 %	t_d = 0,0 %
Einstellzeit	t_{90} = 0 s	t_{90} = 0 s

Tabelle 8: Einstellzeiten von H_2O im Labortest

H_2O, feucht	Gerät 1	Gerät 2
t_{90} für den Anstieg	t_r = < 2 s	t_r = < 2 s
t_{90} für den Abfall	t_f = < 2 s	t_f = < 2 s
rel. Differenz der t_{90}	t_d = 0,0 %	t_d = 0,0 %
Einstellzeit	t_{90} = 0 s	t_{90} = 0 s

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Ergebnisse der Bestimmung der Einstellzeit sind in Tabelle 7 und Tabelle 8 dargestellt.

6b.10 [6.10 Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt]

Die automatische Messeinrichtung muss folgende Mindestanforderungen an die Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt einhalten.
Die Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt darf 2,0 % vom Zertifizierungsbereichsendwert nicht überschreiten. Für O_2 darf sie 0,2 Vol.-% nicht überschreiten.

Die Nachweisgrenze ist gleich der doppelten Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt.
Die Bestimmungsgrenze ist gleich der vierfachen Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt.

Gerätetechnische Ausstattung

Die Prüfung wurde mittels eines Hovacal-Gasgenerators und eines beheizten Messpfads mit aktiver Messpfadlänge von 0,513 m durchgeführt. Der Prüfgasgenerator wurde mit Stickstoff aus einem Druckgasbehälter betrieben.

Durchführung der Prüfung

Die Messsignale der AMS am Nullpunkt wurden nach einer Wartezeit, entsprechend der vierfachen Einstellzeit, durch 20 aufeinander folgende einzelne Ablesungen im Abstand von jeweils der einfachen Einstellzeit der Geräteanzeige ermittelt. Der Wert ist jeweils über die Einstellzeit zu mitteln. Die Prüfung wurde im Rahmen der Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung LaserGas II mit dieser Geräteversion durchgeführt.

Auswertung

Anhand der ermittelten Messsignale wurde die Wiederholstandardabweichung mit folgender Gleichung berechnet.

$$s_r = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \overline{x})^2}{n-1}}$$

mit:

s_r	die Wiederholstandardabweichung;
x_i	das i-te Messsignal;
$\overline{x}$	der Mittelwert der Messsignale x_i;
n	die Anzahl der Messungen, n = 20.

Bewertung

Der Maximalwert der Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt betrug 0,01 mg/m³ für die Komponente NH_3 und 0,01 Vol.-% für H_2O.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Tabelle 9: Wiederholstandardabweichung von NH_3 am Nullpunkt

Messgerät: LaserGas II im Labortest
Komponente: NH_3 (Zertifizierungsbereich = 0 - 10 mg/m³)

Nullpunkt		**Gerät 1**	**Gerät 2**
Anzahl Punkte		20	20
Mittelwert	mg/m³	0,01	0,01
Standardabweichung s_D	**mg/m³**	**0,01**	**0,01**
Mindestanforderung $s_D \leq$	mg/m³	0.20	
Nachweisgrenze	mg/m³	0.02	0.01
Bestimmungsgrenze	mg/m³	0,05	0,02

Tabelle 10: Wiederholstandardabweichung von H_2O am Nullpunkt

Messgerät: LaserGas II im Labortest
Komponente: H_2O (Zertifizierungsbereich = 0 - 40 Vol.-%)

Nullpunkt		**Gerät 1**	**Gerät 2**
Anzahl Punkte		20	20
Mittelwert	Vol.-%	0,02	0,07
Standardabweichung s_D	**Vol.-%**	**0,00**	**0,01**
Mindestanforderung $s_D \leq$	Vol.-%	0.80	
Nachweisgrenze	Vol.-%	0,00	0,02
Bestimmungsgrenze	Vol.-%	0,00	0,03

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Ergebnisse zur Bestimmung der Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt sind im Anhang in Tabelle 77 und Tabelle 78 dargestellt.



6b.11 [6.11 Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt]

Die automatische Messeinrichtung muss folgende Mindestanforderungen an die Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt einhalten.
Die Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt darf 2,0 % vom Zertifizierungsbereichsendwert nicht überschreiten. Für O_2 darf sie 0,2 Vol.-% nicht überschreiten.

Gerätetechnische Ausstattung

Zu prüfende Messeinrichtung, Prüfgas sowie Datenerfassung.

Durchführung der Prüfung

Die Messsignale der AMS am Referenzpunkt wurden nach einer Wartezeit, entsprechend der vierfachen Einstellzeit, durch 20 aufeinander folgende einzelne Ablesungen im Abstand von jeweils der einfachen Einstellzeit der Geräteanzeige ermittelt. Der Wert ist jeweils über die Einstellzeit zu mitteln. Die Prüfung wurde im Rahmen der Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung LaserGas II mit dieser Geräteversion durchgeführt.

Auswertung

Anhand der ermittelten Messsignale wurde die Wiederholstandardabweichung mit folgender Gleichung berechnet.

$$s_r = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \overline{x})^2}{n-1}}$$

mit:

s_r die Wiederholstandardabweichung;
x_i das i-te Messsignal;
$\overline{x}$ der Mittelwert der Messsignale x_i;
n die Anzahl der Messungen, n = 20.

Bewertung

Der Maximalwert der Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt betrug 0,04 mg/m³ für die Komponente NH_3 und 0,1 Vol.-% für H_2O

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Für die Unsicherheitsberechnung in Kapitel 6d werden die Werte von 0,01 mg/m³ bei NH_3 und 0,1 Vol.-% bei H_2O verwendet.

Tabelle 11: Wiederholstandardabweichung von NH_3 am Referenzpunkt

Messgerät: LaserGas II Labortest
Komponente: NH_3 (Zertifizierungsbereich = 0 - 10 mg/m³)

Referenzpunkt		Gerät 1	Gerät 2
Anzahl Punkte		20	20
Mittelwert	mg/m³	8,0	8,0
Standardabweichung s_D	**mg/m³**	**0,04**	**0,04**
Mindestanforderung $s_D \leq$	mg/m³	0,2	

Tabelle 12: Wiederholstandardabweichung von H_2O am Referenzpunkt

Messgerät: LaserGas II im Labortest
Komponente: H_2O (Zertifizierungsbereich = 0 - 40 mg/m³)

Referenzpunkt		Gerät 1	Gerät 2
Anzahl Punkte		20	20
Mittelwert	mg/m³	32,0	32,1
Standardabweichung s_D	**mg/m³**	**0,11**	**0,12**
Mindestanforderung $s_D \leq$	mg/m³	0,8	

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Ergebnisse zur Bestimmung der Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt sind im Anhang in Tabelle 79 und Tabelle 80 dargestellt.



6b.12 [6.12 Lack-of-fit im Labortest]

Die automatische Messeinrichtung muss ein lineares Messsignal liefern und folgende Mindestanforderungen an den Lack-of-fit einhalten.
Die Abweichung darf nicht größer als 2,0 % vom Zertifizierungsbereichsendwert sein. Für O_2 darf sie nicht größer als 0,2 Vol.-% sein.
Die Linearität der Geräteanzeige ist mit mindestens sieben verschiedenen Referenzmaterialien, zu denen auch die Konzentration Null gehört, zu überprüfen.

Gerätetechnische Ausstattung

Die Prüfung wurde mittels eines Hovacal-Gasgenerators und eines beheizten Messpfads mit aktiver Messpfadlänge von 0,513 m durchgeführt. Dazu wurde der Lack-of-fit mittels eines unbeheizten Messpfades mit aktiver Messpfadlänge von 0,712 m und Prüfgasen aus Druckgasbehälter getestet.

Durchführung der Prüfung

Die benötigten Referenzmaterialien wurden mit Hilfe eines kalibrierten Verdünnungssystems erzeugt. Die Prüfgaskonzentrationen wurden so gewählt, dass die Messwerte gleichmäßig über den Zertifizierungsbereich verteilt waren. Die Prüfgase wurden am Einlass der AMS aufgegeben.

Für die Komponente NH_3 wurde zusätzlich die Linearität mittels eines unbeheizten Messpfads und trockener Prüfgasen aus Druckgasbehälter überprüft. Es wurden Linearitätsprüfungen sowohl mit LaserGas II als auch mit SERVOTOUGH Laser Model 2930 durchgeführt.

Auswertung

Die Bestimmung des Zusammenhangs zwischen den Werten der AMS und den Werten der Referenzmaterialien wurde entsprechend Anhang C der DIN EN 15267-3 durchgeführt. Hierzu wurde mit den Werten der AMS (x-Werte) und den Werten des Referenzmaterials (c-Werte) eine Regressionsrechnung durchgeführt. Anschließend wurden die Mittelwerte der Geräteanzeigen der AMS für jede Konzentrationsstufe und der Abstand (Residuum) dieser Mittelwerte zur Regressionsgerade berechnet.

Bewertung

Die relativen Residuen liegen bei maximal 1,0 % des Zertifizierungsbereichs für NH_3 und -1,4 % für H_2O.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Der in den folgenden Tabellen angegebene Wert wurde für Unsicherheitsberechnung in Kapitel 6d verwendet. Dieser beträgt für NH_3 1,0 % des im Zertifizierungsbereich (0 – 10 mg/m³) gemessenen Wertes sowie -1,4 % des im Zertifizierungsbereich (0 – 40 Vol.-%) gemessenen Wertes bei H_2O.

Tabelle 13: Linearitätsprüfung, Komponente NH_3 (0 – 10 mg/m³), Geräte 1 und 2, SERVOTOUGH Laser

Messgerät: SERVOTOUGH Laser im Labortest
Komponente: NH3 (Zertifizierungsbereich = 0 - 10 mg/m³)

Gerät 1				Gerät 2			
Sollwert mg/m³	Messwert mg/m³	Regression mg/m³	$d_{c,rel}$ %	Sollwert mg/m³	Messwert mg/m³	Regression mg/m³	$d_{c,rel}$ %
0,00	0,01	-0,01	0,20	0,00	0,01	0,06	-0,50
7,00	7,65	7,73	-0,80	7,00	7,07	7,16	-0,90
4,00	4,32	4,41	-0,90	4,00	4,17	4,12	0,50
0,00	0,02	-0,01	0,30	0,00	0,05	0,06	-0,10
6,00	6,69	6,63	0,60	6,00	6,24	6,14	1,00
1,00	1,08	1,09	-0,10	1,00	1,08	1,08	0,00
3,00	3,31	3,31	0,00	3,00	3,20	3,10	1,00
9,00	10,0	9,95	0,50	9,00	9,14	9,19	-0,50
0,00	0,00	-0,01	0,10	0,00	0,01	0,06	-0,50
maximaler Wert		**$d_{c,rel}$**	**-0,90**				**1,00**

maximale Unsicherheit u = 0,058 mg/m³ = max ($d_{c,rel}$) * ZB / √3 (D.6)

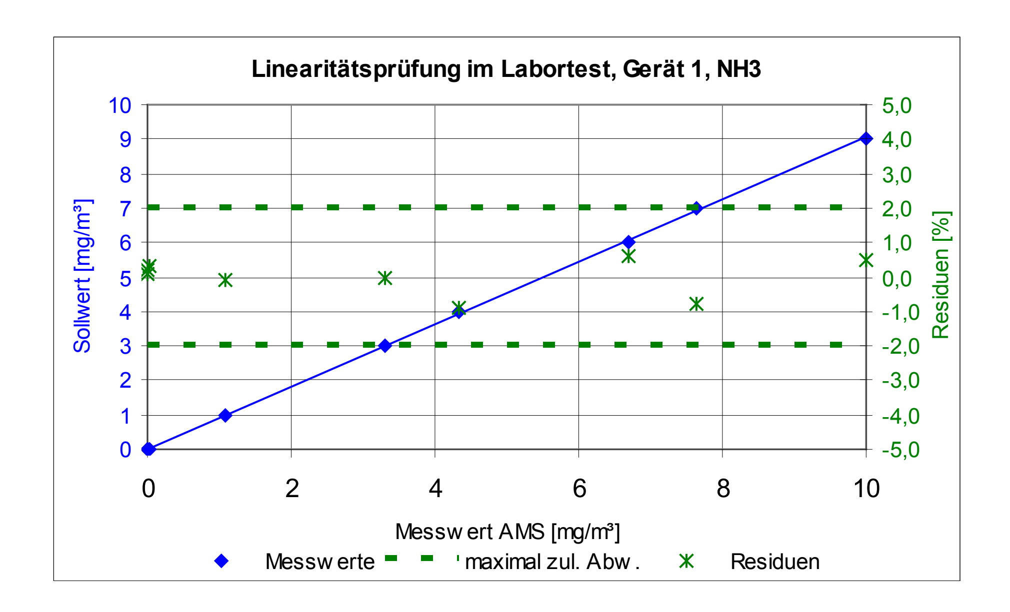


Abbildung 12: Darstellung der Linearität von Gerät 1, Komponente NH_3 (0 – 10 mg/m³), SERVOTOUGH Laser



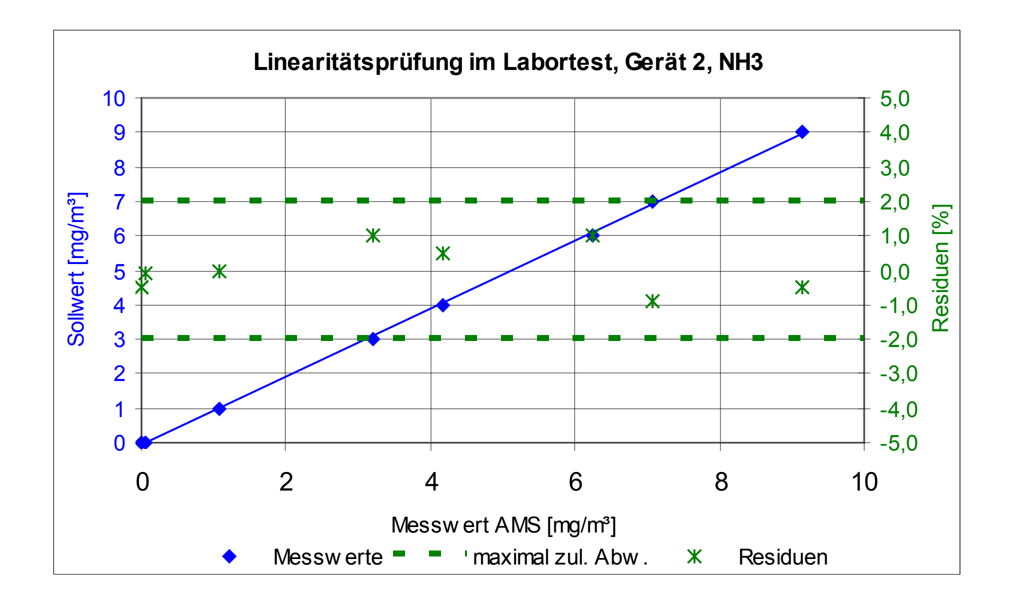


Abbildung 13: Darstellung der Linearität von Gerät 2, Komponente NH_3 (0 – 10 mg/m³), SERVOTOUGH Laser

Tabelle 14: Linearitätsprüfung, Komponente NH_3 (0 – 10 mg/m³), LaserGas II, Gerät 1

Gerät 1			
Sollwert mg/m³	Messwert mg/m³	Regression mg/m³	$d_{c,rel}$ %
0,00	0,01	0,02	-0,1
6,99	7,00	6,94	0,6
4,03	4,00	4,01	-0,1
0,00	0,01	0,02	-0,1
6,10	6,23	6,06	1,7
0,95	1,01	0,96	0,5
3,27	3,13	3,26	-1,2
9,21	9,03	9,14	-1,1
0,00	0,02	0,02	0,0
maximaler Wert		**$d_{c,rel}$**	**1,7**

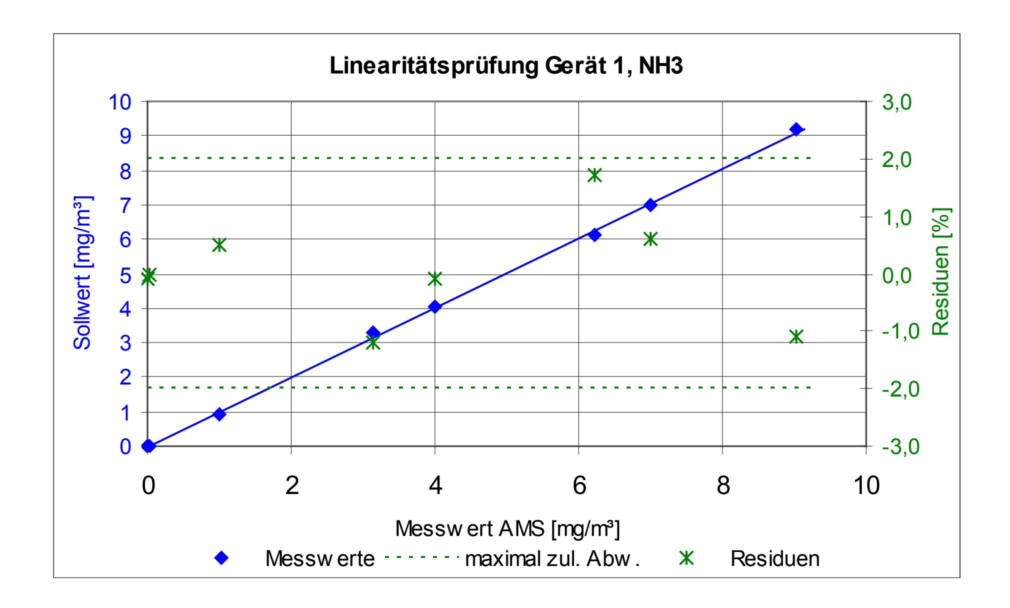


Abbildung 14: Darstellung der Linearität von Gerät 1, LaserGas II, Komponente NH_3 (0 – 10 mg/m³)

Tabelle 15: Linearitätsprüfung, Komponente NH_3 (0 – 10 mg/m³), LaserGas II, Gerät 2

Gerät 2			
Sollwert mg/m³	Messwert mg/m³	Regression mg/m³	$d_{c,rel}$ %
0,00	0,01	0,03	-0,2
7,00	6,82	6,90	-0,8
4,04	4,09	3,99	1,0
0,00	0,01	0,03	-0,2
6,00	5,90	5,92	-0,2
1,10	1,08	1,11	-0,3
2,74	2,80	2,72	0,8
9,00	8,87	8,86	0,1
0,00	0,01	0,03	-0,2
maximaler Wert		**$d_{c,rel}$**	**1,0**

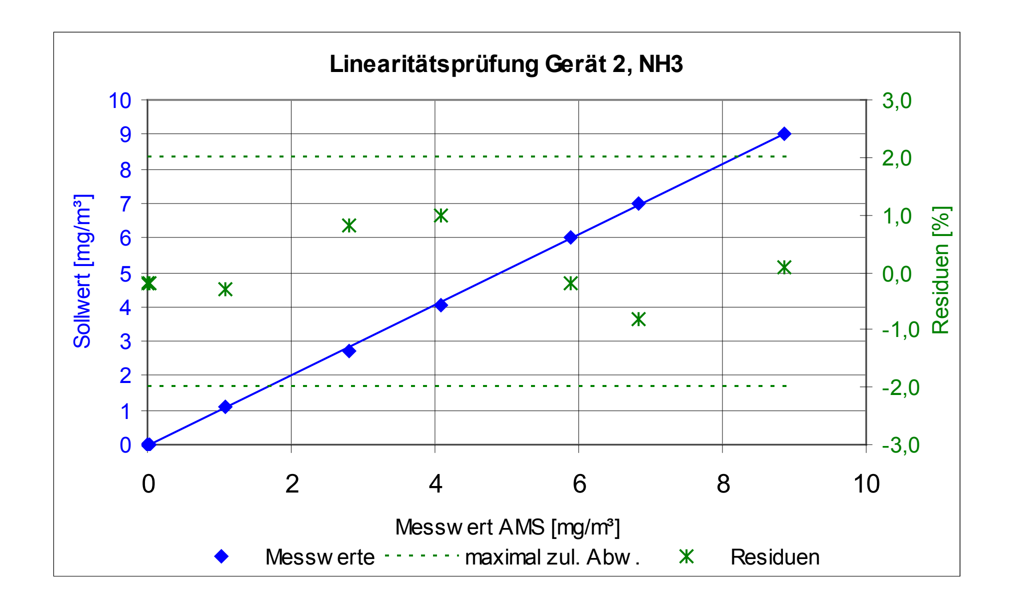


Abbildung 15: Darstellung der Linearität von Gerät 2, LaserGas II, Komponente NH_3 (0 – 10 mg/m³)

Tabelle 16: Linearitätsprüfung, Komponente NH_3 (0 – 15 mg/m³), LaserGas II, Gerät 1

Gerät 1			
Sollwert mg/m³	Messwert mg/m³	Regression mg/m³	$d_{c,rel}$ %
0,00	0,02	0,06	-0,4
10,3	10,2	10,4	-2,0
6,20	6,40	6,29	1,2
0,00	0,02	0,06	-0,4
8,70	8,67	8,80	-1,3
1,50	1,62	1,56	0,5
4,50	4,74	4,58	1,7
13,6	13,8	13,7	1,2
0,00	0,01	0,06	-0,5
maximaler Wert		**$d_{c,rel}$**	**-2,0**

Tabelle 17: Linearitätsprüfung, Komponente NH_3 (0 – 15 mg/m³), LaserGas II, Gerät 2

Gerät 2			
Sollwert mg/m³	Messwert mg/m³	Regression mg/m³	$d_{c,rel}$ %
0,00	0,03	0,10	-0,8
10,2	10,2	10,1	0,5
6,00	6,17	6,01	1,6
0,00	0,03	0,10	-0,7
9,00	8,85	8,97	-1,1
1,50	1,66	1,58	0,8
4,40	4,57	4,44	1,4
13,7	13,5	13,6	-0,8
0,00	0,03	0,10	-0,7
maximaler Wert		**$d_{c,rel}$**	**1,6**



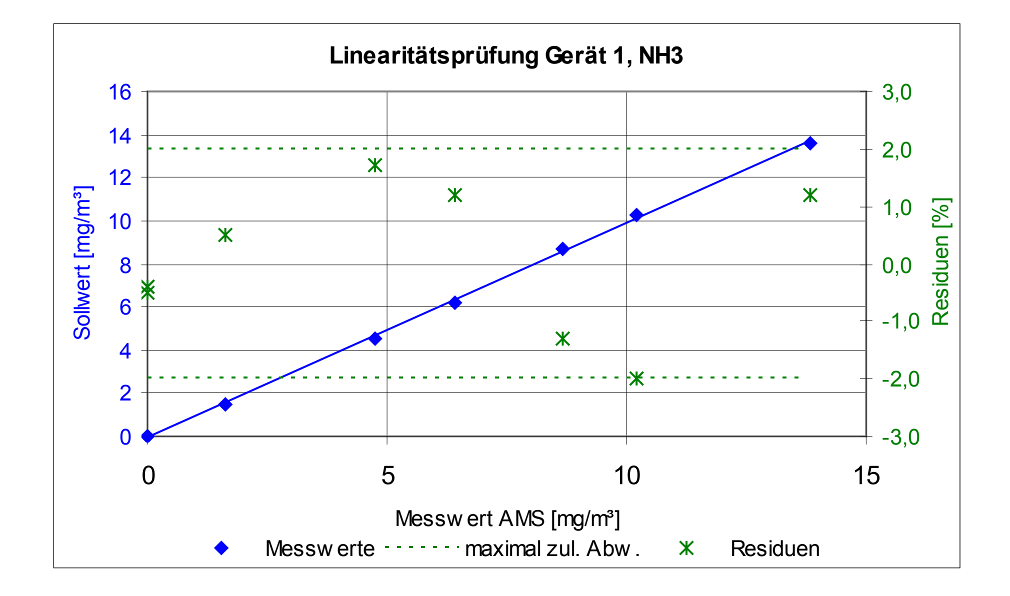


Abbildung 16: Darstellung der Linearität von Gerät 1, LaserGas II, Komponente NH_3 (0 – 15 mg/m³)

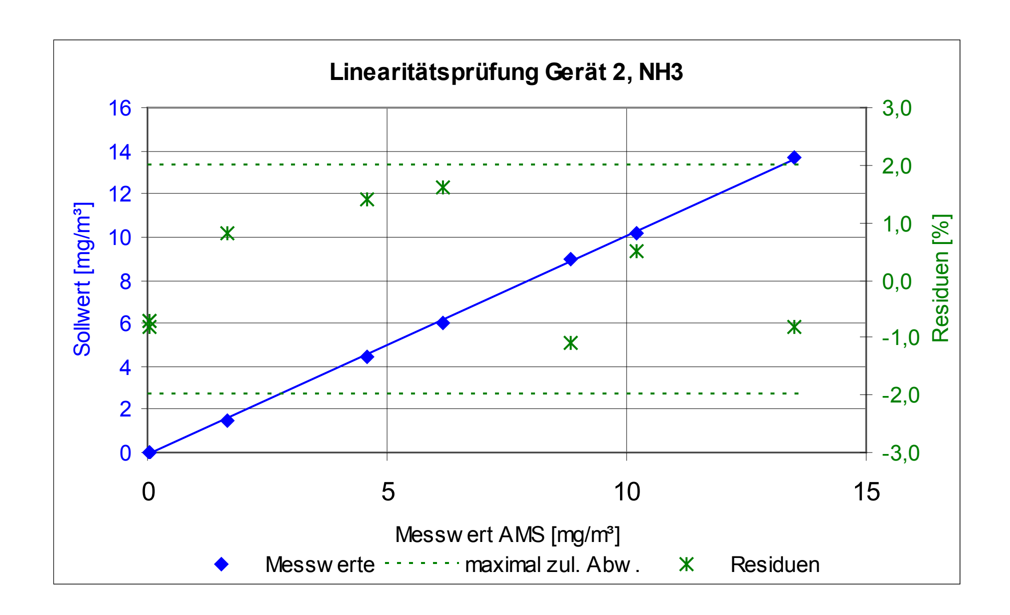


Abbildung 17: Darstellung der Linearität von Gerät 2, LaserGas II, Komponente NH_3 (0 – 15 mg/m³)

Tabelle 18: Linearitätsprüfung, Komponente H_2O (0 – 40 Vol.-%), LaserGas II, Gerät 1

Gerät 1			
Sollwert Vol.-%	Messwert Vol.-%	Regression Vol.-%	$d_{c,rel}$ %
0,00	0,07	0,19	-0,3
29,2	28,4	28,9	-1,4
15,8	16,1	15,7	0,8
0,00	0,06	0,19	-0,3
24,4	24,5	24,2	0,6
4,50	4,74	4,62	0,3
12,0	12,2	12,0	0,4
35,6	35,3	35,2	0,2
0,00	0,08	0,19	-0,3
maximaler Wert		**$d_{c,rel}$**	**-1,4**

Tabelle 19: Linearitätsprüfung, Komponente H_2O (0 – 40 Vol.-%), LaserGas II, Gerät 2

Gerät 2			
Sollwert Vol.-%	Messwert Vol.-%	Regression Vol.-%	$d_{c,rel}$ %
0,00	0,04	0.08	-0,1
28,4	28,1	28.3	-0,4
16,0	16,1	16.0	0,3
0,00	0,02	0.08	-0,1
24,3	24,2	24.2	0,1
4,40	4,32	4.45	-0,3
12,2	12,5	12.2	0,9
35,5	35,2	35.3	-0,1
0,00	0,02	0.08	-0,1
maximaler Wert		**$d_{c,rel}$**	**0,9**

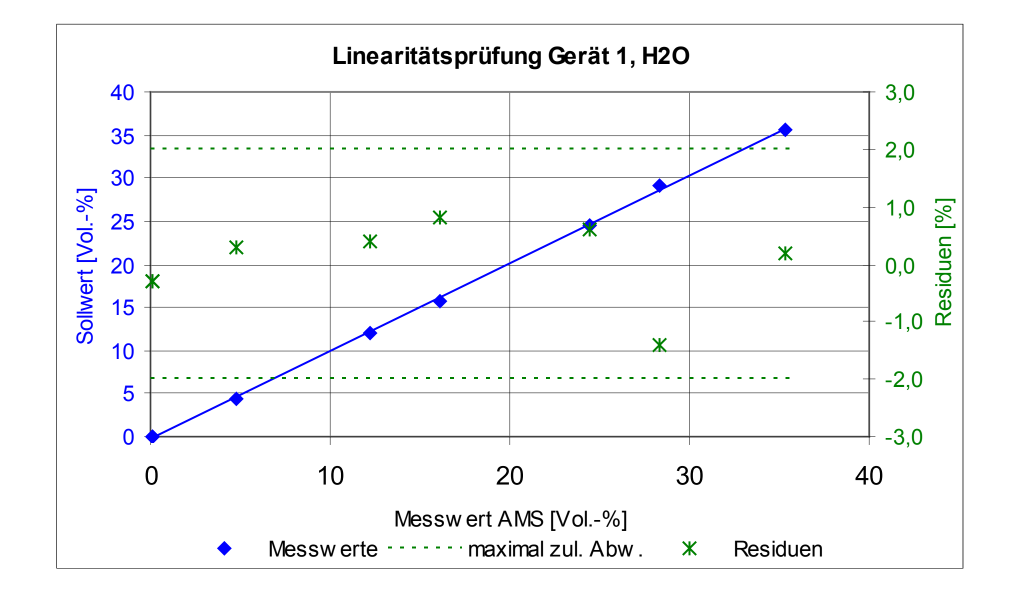


Abbildung 18: Darstellung der Linearität von Gerät 1, LaserGas II, Komponente H_2O (0 – 40 Vol.-%)

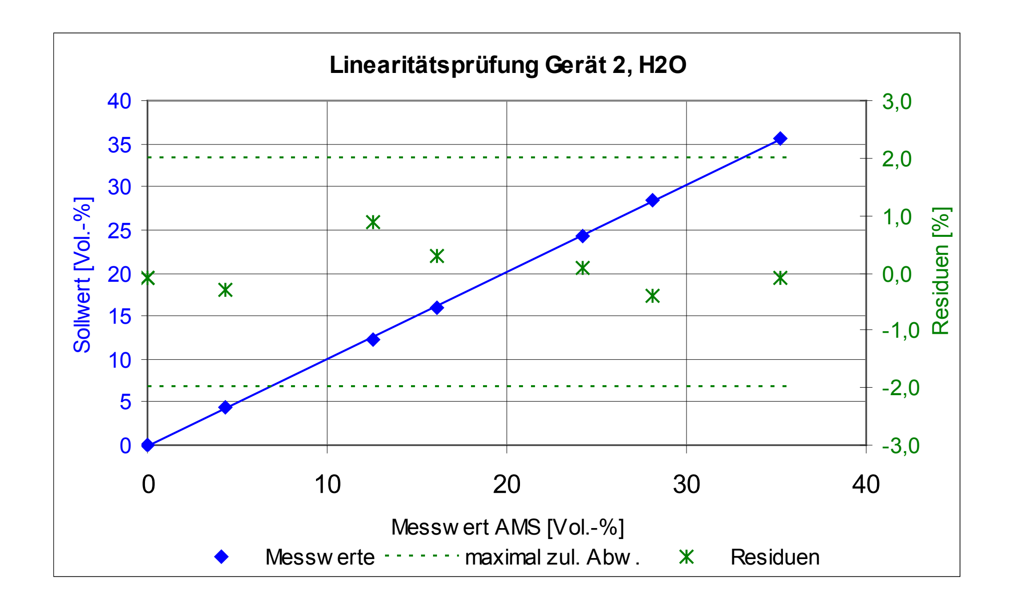


Abbildung 19: Darstellung der Linearität von Gerät 2, LaserGas II, Komponente H_2O (0 – 40 Vol.-%)

Tabelle 20: Linearitätsprüfung, Komponente H_2O (0 – 30 Vol.-%), LaserGas II, Gerät 1

Gerät 1			
Sollwert Vol.-%	Messwert Vol.-%	Regression Vol.-%	$d_{c,rel}$ %
0,00	0,03	0,21	-0,6
21,0	21,1	21,0	0,4
11,9	12,2	12,0	0,8
0,00	0,04	0,21	-0,6
18,3	18,5	18,3	0,4
2,80	3,13	2,98	0,5
9,10	9,50	9,22	0,9
27,1	26,6	27,0	-1,3
0,00	0,04	0,21	-0,6
maximaler Wert		**$d_{c,rel}$**	**-1,3**

Tabelle 21: Linearitätsprüfung, Komponente H_2O (0 – 30 Vol.-%), LaserGas II, Gerät 2

Gerät 2			
Sollwert Vol.-%	Messwert Vol.-%	Regression Vol.-%	$d_{c,rel}$ %
0,00	0,04	0,15	-0,4
20,8	20,9	21,0	-0,1
11,9	12,4	12,1	1,1
0,00	0,04	0,15	-0,4
18,3	18,4	18,5	-0,1
3,20	3,31	3,35	-0,2
8,90	9,38	9,06	1,1
27,2	27,2	27,4	-0,7
0,00	0,04	0,15	-0,4
maximaler Wert		**$d_{c,rel}$**	**1,1**



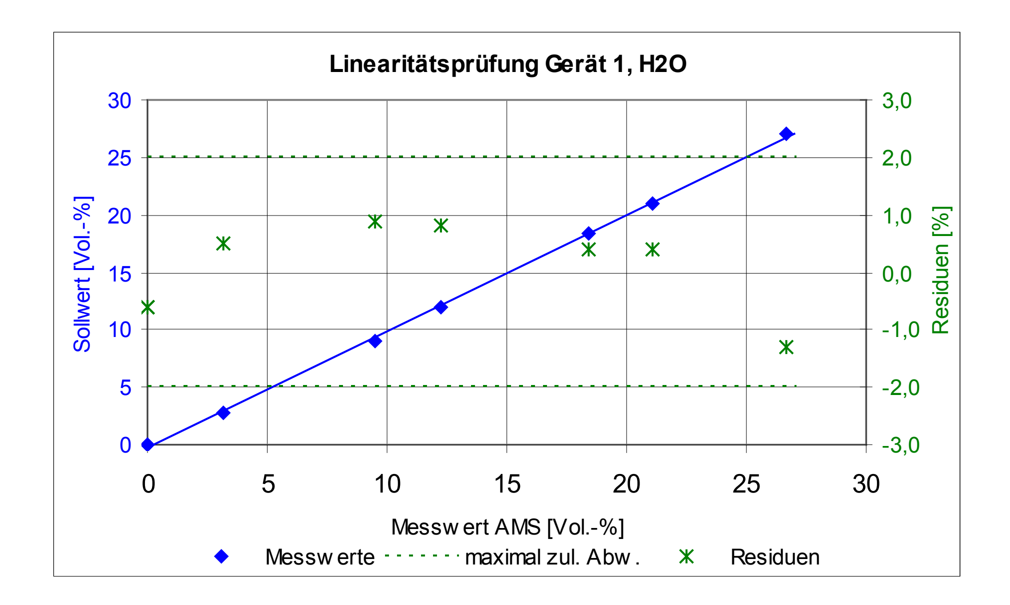


Abbildung 20: Darstellung der Linearität von Gerät 1, LaserGas II, Komponente H_2O (0 – 30 Vol.-%)

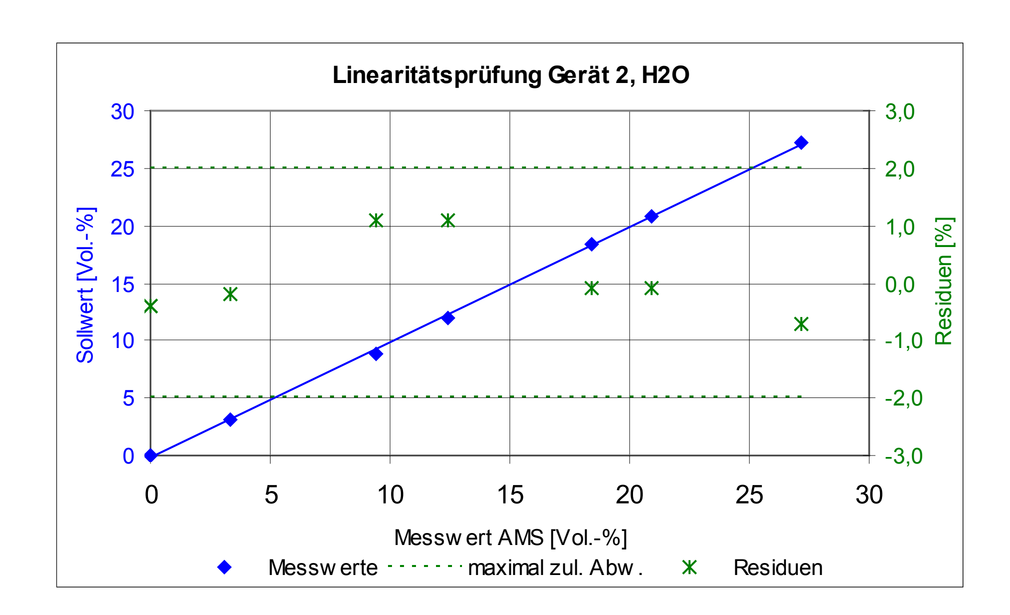


Abbildung 21: Darstellung der Linearität von Gerät 2, LaserGas II, Komponente H_2O (0 – 30 Vol.-%)

Tabelle 22: Linearitätsprüfung, Komponente H_2O (0 – 50 Vol.-%), LaserGas II, Gerät 1

Gerät 1			
Sollwert Vol.-%	Messwert Vol.-%	Regression Vol.-%	$d_{c,rel}$ %
0,00	0,03	0,23	-0,4
34,9	35,0	34,7	0,5
19,9	19,9	19,9	0,0
0,00	0,03	0,23	-0,4
29,4	28,9	29,3	-0,9
5,00	5,63	5,18	0,9
14,9	15,4	15,0	0,9
44,4	44,0	44,1	-0,2
0,00	0,03	0,23	-0,4
maximaler Wert		**$d_{c,rel}$**	**0,9**

Tabelle 23: Linearitätsprüfung, Komponente H_2O (0 – 50 Vol.-%), LaserGas II, Gerät 2

Gerät 1			
Sollwert Vol.-%	Messwert Vol.-%	Regression Vol.-%	$d_{c,rel}$ %
0,00	0,02	0,26	-0,5
35,0	34,7	34,8	-0,1
19,9	20,5	19,9	1,1
0,00	0,01	0,26	-0,5
30,0	29,7	29,9	-0,4
5,00	5,61	5,20	0,8
14,6	14,9	14,7	0,4
44,5	44,0	44,2	-0,3
0,00	0,04	0,26	-0,4
maximaler Wert		**$d_{c,rel}$**	**1,1**



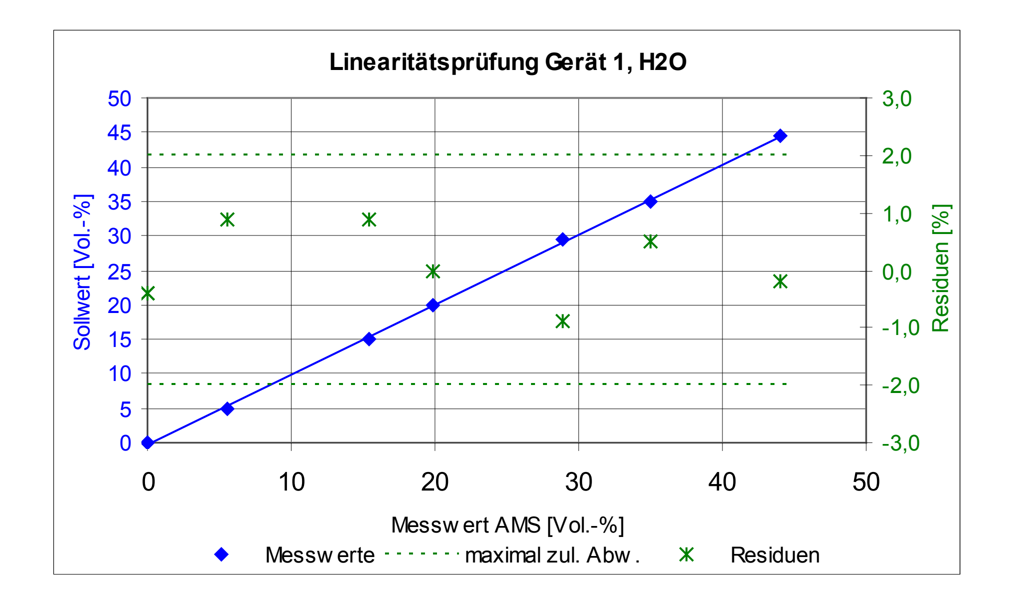


Abbildung 22: Darstellung der Linearität von Gerät 1, LaserGas II, Komponente H_2O (0 – 50 Vol.-%)

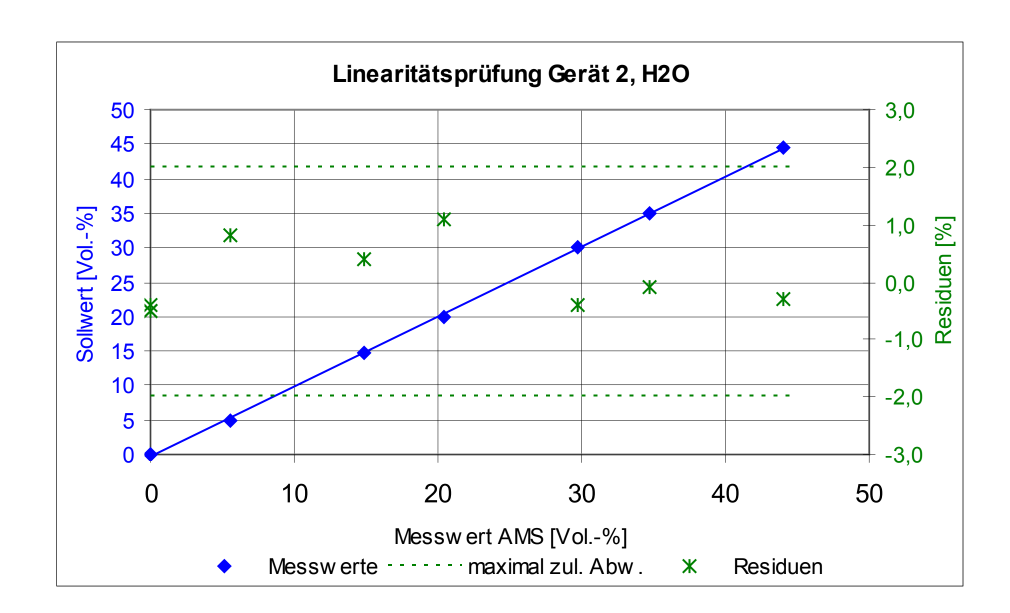


Abbildung 23: Darstellung der Linearität von Gerät 2, LaserGas II, Komponente H_2O (0 – 50 Vol.-%)

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in den vorhergehenden Tabellen und Abbildungen dargestellt.

6b.13 [6.13 Nullpunkt- und Referenzpunktdrift]

Der Hersteller muss eine Beschreibung der von der automatischen Messeinrichtung verwendeten Technik zur Ermittlung und Kompensation der zeitlichen Änderung des Null- und Referenzpunktes liefern. Die Beschreibung darf für Messeinrichtungen, deren Messprinzip auf optischen Verfahren beruht, nicht auf eine Erklärung der Kompensation des Einflusses der Verschmutzung der optischen Grenzflächen beschränkt sein.
Das Prüflaboratorium muss überprüfen, dass das gewählte Referenzmaterial, das der AMS zur unabhängigen Überprüfung ihrer Funktion angeboten wird, in der Lage ist, alle relevanten Änderungen der AMS-Anzeigewerte, die nicht auf Änderungen der Messkomponente oder Abgasbedingungen zurückzuführen sind, festzustellen.
Die AMS muss die Aufzeichnung der zeitlichen Änderung des Null- und Referenzpunktes erlauben. Der Hersteller muss die Ermittlung der Null- und Referenzpunktwerte beschreiben.
Falls die AMS in der Lage ist, Verschmutzungen automatisch zu kompensieren und eine Kalibrierung und Justierung der zeitlichen Änderungen des Null- und Referenzpunktes vorzunehmen, und diese Justierungen den normalen Betriebszustand der AMS nicht herstellen können, dann muss die AMS ein entsprechendes Statussignal ausgeben.
Falls die AMS nicht in der Lage ist, den Wert Null zu messen, ist die zeitliche Änderung an der unteren Grenze des Zertifizierungsbereiches zu ermitteln.

Gerätetechnische Ausstattung

Zu prüfende Messeinrichtung, Null- und Prüfgase sowie Datenerfassung.

Durchführung der Prüfung

Die zu prüfende Messeinrichtung erlaubt den internen Nullpunktdrift von NH_3 und H_2O sowie den internen Referenzpunktdrift von NH_3 zu überprüfen, was die Null- und Referenzpunktüberprüfung des montierten Systems ermöglicht. Es ist nicht notwendig, vor der Prüfung das Gerät abzumontieren.

Das gemessene Signal wurde eingefroren und von den gemessenen Werten der Nullpunktüberprüfung subtrahiert. Während der Prüfung ist die Modulation des Laserstrahls gesperrt, um Einflüsse möglicher Konzentrationsänderungen innerhalb des Kanals auszuschließen.

Für die Referenzpunktüberprüfung wurde eine ammoniakbelastete verschlossene Zelle in den Strahlgang hineingeführt. Die Zelle wurde an die Empfängereinheit montiert. Vor der Referenzpunktüberprüfung berechnete die AMS das Absorptionssignal der Gaskonzentration während des Normalbetriebs, welches nachher vom Absorptionssignal während der Referenzpunktüberprüfung kontinuierlich subtrahiert wurde. Das ergebende Signal entspricht der konstanten Gaskonzentration innerhalb der internen Zelle. Temperatur- und Druckbedingungen wurden fortlaufend von den internen Sensoren überprüft und in der Berechnung berücksichtigt.

Auswertung

Die AMS hat sich als sehr stabil während der verschiedenen Prüfungen erwiesen. Die Driftprüfungen der Messeinrichtung wurden im Rahmen der QAL3 mittels interner Null- und Referenzzellen und eines HOVACAL-Gasgenerators mit den entsprechenden Unsicherheiten für die Komponenten H_2O und NH_3 durchgeführt.

Kein signifikantes Driftverhalten konnte während des einjährigen Feldtests festgestellt werden.



Bewertung

Eine Aufzeichnung der Null- und Referenzpunktdrift gemäß QAL3 ist möglich. Das System verfügt über einen automatischen Mechanismus zur Driftprüfung. Ein Warnsignal wird ausgegeben, wenn die Null- und Referenzpunkte außerhalb des festgelegten Bereiches sind.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Nicht notwendig für diesen Prüfpunkt.

6b.14 [6.14 Einfluss der Umgebungstemperatur]

Die Abweichungen der AMS-Anzeigewerte am Nullpunkt und am Referenzpunkt müssen die folgenden Mindestanforderungen einhalten.
Der Einfluss der Umgebungstemperatur am Null- und Referenzpunkt darf 5 % vom Zertifizierungsbereichsendwert nicht überschreiten. Für O_2 darf er 0,5 Vol.-% nicht überschreiten.
Dies gilt für folgende Prüfbereiche der Umgebungstemperatur:

- *von –20 °C bis +50 °C für Einrichtungen mit Installation im Außenbereich;*
- *von +5 °C bis +40 °C für Einrichtungen mit Installation in Innenräumen, wo die Temperaturen nicht unter +5 °C fallen oder über +40 °C steigen.*

Der Gerätehersteller darf größere Bereiche für die Umgebungstemperatur als die oben angegebenen festlegen.

Gerätetechnische Ausstattung

Die zu prüfende AMS, Null- und Prüfgas, Klimakammer mit regelbarem Temperaturbereich von -40 °C bis +85 °C und regelbarem Feuchtegehalt. Der Feuchtegehalt in der Klimakammer wurde auf 50 % rel. eingestellt. Das Prüfgas wurde in die AMS mittels eines Hovacal-Prüfgasgenerators und eines beheizten Messpfads mit aktiver Messpfadlänge von 0,513 m zugeführt.

Durchführung der Prüfung

Die Messgeräte sind für die Außenmontage geeignet. Aus diesem Grund wurden die Null- und Prüfgase in einem Temperaturbereich von -20 °C bis +50 °C eingeführt. Die AMS wurden in der Klimakammer den folgenden Temperaturstufen ausgesetzt:

20 °C → 0 °C → -20 °C → 20 °C → 50 °C → 20 °C.

Bei jedem Temperaturschritt wurde Null- und Referenzgas für jede Messkomponente aufgegeben. Nach einer Wartezeit, entsprechend der vierfachen Einstellzeit, werden die Messsignale durch drei aufeinander folgende einzelne Ablesungen im Abstand von jeweils der einfachen Einstellzeit ermittelt. Die Werte wurden jeweils über eine Einstellzeit gemittelt.

Zwischen den einzelnen Temperaturschritten lag eine Äquilibrierzeit von mindestens 5 h. Die Abweichungen wurden durch Vergleich der Messsignale der einzelnen Temperaturstufen mit dem Mittelwert der Messsignale bei 20 °C ermittelt.

Die Messeinrichtung war über die gesamte Versuchsdauer eingeschaltet.

Da die AMS die Mindestanforderung bereits bei der ersten Prüfung mit einem Faktor zwei oder mehr erfüllte, wurde auf weitere Prüfungen verzichtet. Es wurden Temperaturprüfungen sowohl mit LaserGas II als auch mit SERVOTOUGH Laser Model 2930 durchgeführt.

Auswertung

Die Abweichungen der Messsignale der einzelnen Temperaturstufen wurden ermittelt. Der Maximalwert des Empfindlichkeitskoeffizienten wurde anhand folgender Gleichung ermittelt.

$$b_t = \frac{(x_i - x_{i-1})}{(T_i - T_{i-1})}$$

mit:

b	der Empfindlichkeitsfaktor der Umgebungstemperatur;
x_i	der Mittelwert der Messsignale bei der Temperatur T_i;
x_{i-1}	der Mittelwert der Messsignale bei der Temperatur T_{i-1};
T_i	die momentane Temperatur in dem Prüfzyklus;
T_{i-1}	die vorherige Temperatur in dem Prüfzyklus.

Bewertung

Die Ergebnisse der Temperaturprüfung sind in den Tabellen 24 bis 26 dargestellt. Es sind hier die Mittelwerte an den verschiedenen Temperaturpunkten bei den einzelnen Messreihen des Prüfprogramms dargestellt.

Für die Komponente NH_3 beträgt die Abweichung nicht mehr als -0,7 % beim Nullpunkt und 2,0 % beim Referenzpunkt.

Der Maximalwert des Empfindlichkeitskoeffizienten beträgt -0,007.

Für die Komponente H_2O beträgt die Abweichung nicht mehr als -0,1 % beim Nullpunkt und 0,5 % beim Referenzpunkt.

Der Maximalwert des Empfindlichkeitskoeffizienten beträgt 0,010.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Für die Unsicherheitsberechnung in Kapitel 6d werden die folgende Werte verwendet:

Tabelle 24: Temperaturprüfung Servotough Laser

Gerät: Servotough Laser NH_3 im Labortest
Komponente: NH_3 (Zertifizierungsbereich = 0 - 10 mg/m³)

	Gerät 1					
	Nullpunkt			Referenzpunkt		
Temperatur °C	**Messwert mg/m³**	**Abweichung % (∅ 20°)**	**b_t**	**Messwert mg/m³**	**Abweichung % (∅ 20°)**	**b_t**
∅ 20°	0,02	-		7,2	-	
20	0,00	-0,2	-	7,2	0,0	-
0	-0,01	-0,3	0,001	7,1	-1,0	0,005
-20	-0,03	-0,5	0,001	7,1	-1,0	0,000
20	0,07	0,5	0,003	7,2	0,0	0,003
50	-0,03	-0,5	-0,003	7,3	1,0	0,003
20	-0,02	-0,4	0,000	7,2	0,0	0,003
Maximaler Wert		**0,5**	**-0,003**		**-1,0**	**0,005**
$x_{i,adj}$	0,02			7,2		
x_{imax}	0,07			7,3		
x_{imin}	-0,03			7,1		
u	0,029			0,058		

	Gerät 2					
	Nullpunkt			Referenzpunkt		
Temperatur °C	**Messwert mg/m³**	**Abweichung % (∅ 20°)**	**b_t**	**Messwert mg/m³**	**Abweichung % (∅ 20°)**	**b_t**
∅ 20°	0,01	-		7,3	-	
20	0,01	0,0	-	7,2	-1,0	-
0	0,05	0,4	-0,002	7,2	-1,0	0,000
-20	0,04	0,3	0,001	7,1	-2,0	0,005
20	0,01	0,0	-0,001	7,3	0,0	0,005
50	-0,06	-0,7	-0,002	7,3	0,0	0,000
20	0,00	-0,1	-0,002	7,3	0,0	0,000
Maximaler Wert		**-0,7**	**-0,002**		**-2,0**	**0,005**
$x_{i,adj}$	0,01			7,3		
x_{imax}	0,05			7,3		
x_{imin}	-0,06			7,1		
u	0,035			0,115		

Maximale Unsicherheit am Referenzpunkt u = 0,115 mg/m³



Tabelle 25: Temperaturprüfung Komponente H_2O

Messgerät: LaserGas II im Labortest
Komponente: H_2O (Zertifizierungsbereich = 0 - 40 Vol.-%)

	Gerät 1					
	Nullpunkt			Referenzpunkt		
Temperatur °C	**Messwert Vol.-%**	**Abweichung % (∅ 20°)**	**b_t**	**Messwert Vol.-%**	**Abweichung % (∅ 20°)**	**b_t**
∅ 20°	0,05	-		31,0	-	
20	0,05	0,0	-	31,0	0,0	-
0	0,05	0,0	0,000	30,8	-0,5	0,010
-20	0,05	0,0	0,000	30,7	-0,8	0,005
20	0,05	0,0	0,000	31,0	0,0	0,008
50	0,03	-0,1	-0,001	30,9	-0,3	-0,003
20	0,05	0,0	-0,001	30,9	-0,3	0,000
maximaler Wert		**-0,1**	**-0,001**		**-0,8**	**0,010**
$x_{i,adj}$	0,05			31,0		
x_{imax}	0,1			31,0		
x_{imin}	0,0			30,7		
u	0,012			0,173		

	Gerät 2					
	Nullpunkt			Referenzpunkt		
Temperatur °C	**Messwert Vol.-%**	**Abweichung % (∅ 20°)**	**b_t**	**Messwert Vol.-%**	**Abweichung % (∅ 20°)**	**b_t**
∅ 20°	0,05	-		31,0	-	
20	0,05	0,0	-	31,0	0,0	-
0	0,04	0,0	0,001	31,1	0,3	-0,005
-20	0,02	-0,1	0,001	31,2	0,5	-0,005
20	0,04	0,0	0,001	31,1	0,3	-0,002
50	0,05	0,0	0,000	31,1	0,3	0,000
20	0,06	0,0	0,000	31,0	0,0	0,003
maximaler Wert		**-0,1**	**0,001**		**0,5**	**-0,005**
$x_{i,adj}$	0,05			31,0		
x_{imax}	0,1			31,2		
x_{imin}	0,0			31,0		
u	0,015			0,115		

maximale Unsicherheit am Referenzpunkt u = 0,173 Vol.-%

Tabelle 26: Temperaturprüfung LaserGas II

Gerät: LaserGas II im Labortest
Komponente: NH_3 (Zertifizierungsbereich = 0 - 10 mg/m³)

	Gerät 1					
	Nullpunkt			Referenzpunkt		
Temperatur °C	Messwert mg/m³	Abweichung %	b_t	Messwert mg/m³	Abweichung %	b_t
∅ 20°	0,01	-	-	8,0	-	-
20	0,01	-	-	8,0	-	-
0	0,01	0,0	0,000	8,1	1,0	-0,002
-20	0,01	0,0	0,000	8,2	2,0	-0,007
20	0,01	-	0,000	8,0	-	-0,004
50	0,02	0,1	0,000	8,0	0,0	0,000
20	0,01	-	0,000	8,0	-	0,000
Maximaler Wert		**0,1**	**0,000**		**2,0**	**-0,007**

	Gerät 2					
	Nullpunkt			Referenzpunkt		
Temperatur °C	Messwert mg/m³	Abweichung %	b_t	Messwert mg/m³	Abweichung %	b_t
∅ 20°	0,03	-		8,0	-	
20	0,02	-	-	8,0	-	-
0	0,00	-0,3	0,001	8,1	1,0	-0,003
-20	0,04	0,1	-0,002	8,2	2,0	-0,007
20	0,04	-	0,000	8,1	-	-0,004
50	-0,03	-0,6	-0,002	8,0	0,0	-0,001
20	0,02	-	-0,002	8,0	-	0,000
Maximaler Wert		**-0,6**	**-0,002**		**2,0**	**-0,007**

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Einzelwerte der Temperaturprüfung sind im Anhang in Tabelle 81 dargestellt.

6b.15 [6.15 Einfluss des Probegasdrucks]

Die Abweichungen der AMS-Anzeigewerte am Referenzpunkt müssen die folgende Mindestanforderung an den Einfluss des Probegasdrucks bei Änderung von 3 kPa über und unter den Umgebungsluftdruck einhalten.
Der Einfluss des Probegasdrucks am Referenzpunkt darf höchstens 2,0 % vom Zertifizierungsbereichsendwert betragen, bei O_2 höchstens 0,2 Vol.-%.

Diese Anforderung gilt typischerweise für In-Situ-AMS, aber nicht für extraktive AMS, da dort das Probegas aufbereitet und üblicherweise nicht durch signifikante Änderungen der Temperatur und des Drucks beeinflusst wird, sobald es den Analysator erreicht hat.

Gerätetechnische Ausstattung

Hier nicht notwendig.

Durchführung der Prüfung

Hier nicht notwendig.

Auswertung

Die LaserGas II bzw. SERVOTOUGH Laser Messeinrichtungen sind In-Situ-AMS, die die Konzentrationen von NH_3 und H_2O unter Prozessvorschriften im Kanal ermitteln. Das Messsignal ist von den Kanalbedingungen (Temperatur, Druck, Feuchtigkeit) abhängig. Aus diesem Grund wird das Messsignal in Bezug auf trockene Normalbedingungen berechnet. Die Berechnung wird in der Regel vom Datenerfassungssystem, in dem alle relevanten Werte verfügbar sind, durchgeführt.

Bewertung

Berechnung des Messsignals entsprechend trockenen Normalbedingungen erforderlich.
Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Hier nicht notwendig.

6b.16 [6.16 Einfluss des Probegasvolumenstroms für extraktive AMS]

Die Abweichungen der AMS-Anzeigewerte am Nullpunkt und am Referenzpunkt müssen folgende Mindestanforderung an den Einfluss des Probegasvolumenstroms einhalten, wenn der Probegasvolumenstrom in Übereinstimmung mit den Festlegungen des Herstellers geändert wird.
Der Einfluss des Probegasvolumenstroms darf 2,0 % vom Zertifizierungsbereichsendwert nicht überschreiten. Für O_2 darf er 0,2 Vol.-% nicht überschreiten.
Die Unterschreitung der unteren Grenze des Probegasvolumenstroms muss durch ein Statussignal angezeigt werden.
Falls der Hersteller nur geringere Abweichungen erlaubt, sind diese verbindlich und dürfen nicht überschritten werden.

Gerätetechnische Ausstattung

Dieser Prüfpunkt trifft für die Messeinrichtung nicht zu.

Durchführung der Prüfung

Die zu prüfende AMS basiert nicht auf extraktiver Probenahme, daher trifft dieser Prüfpunkt nicht zu.

Auswertung

Dieser Prüfpunkt trifft für die Messeinrichtung nicht zu.

Bewertung

Die Messeinrichtung basiert nicht auf extraktive Probenahme.
Dieser Prüfpunkt trifft für die Messeinrichtung nicht zu.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Dieser Prüfpunkt trifft für die Messeinrichtung nicht zu.

6b.17 [6.17 Einfluss der Netzspannung]

Die Abweichungen der AMS-Anzeigewerte am Nullpunkt und am Referenzpunkt müssen die in EN 15267 Abschnitt 3 festgelegte Mindestanforderung an den Einfluss der Netzspannung einhalten, wenn die Versorgungsspannung der AMS von –15 % vom Sollwert unterhalb bis +10 % vom Sollwert oberhalb des Sollwertes der Versorgungsspannung geändert wird.
Der Einfluss der Netzspannung darf 2,0 % vom Zertifizierungsbereichsendwert nicht überschreiten. Für O_2 darf er 0,2 Vol.-% nicht überschreiten.

Gerätetechnische Ausstattung

Die zu prüfende AMS, Null- und Prüfgas, Transformator (Netzspannungsbereich: 190 – 250 V) sowie Datenerfassung.

Durchführung der Prüfung

Für die Prüfung wurden die Messeinrichtungen über einen Transformator an die Versorgungsspannung angeschlossen und vorerst bei 190 V betrieben. Danach wurde die Spannung stufenweise in Schritten von 10 V bis zur oberen Grenze von 250 V erhöht.

Null- und Prüfgas wurden bei jeder Spannungsstufe an jeder gemessenen Komponente eingespeist. Für jede Spannungsstufe wurden die Messsignale der AMS am Nullpunkt und am Referenzpunkt nach einer Wartezeit, entsprechend der vierfachen Einstellzeit, durch drei aufeinander folgende einzelne Ablesungen im Abstand von jeweils der einfachen Einstellzeit ermittelt. Die Werte wurden jeweils über eine Einstellzeit gemittelt.

Die Abweichungen wurden mittels eines Vergleichs zwischen den Geräteanzeigen bei den einzelnen Spannungsstufen und den Geräteanzeigen bei der Versorgungsspannung ermittelt. Der Prüfzyklus wurde viermal wiederholt.

Da die AMS die Mindestanforderung bereits bei der ersten Prüfung mit einem Faktor zwei oder mehr erfüllte, wurde auf weitere Prüfungen verzichtet.

Die Prüfung wurde im Rahmen der Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung LaserGas II mit dieser Geräteversion durchgeführt.

Auswertung

Die Abweichungen zwischen den Mittelwerten der Geräteanzeigen bei den einzelnen Spannungsstufen und dem Mittelwert der Geräteanzeigen beim Sollwert der Versorgungsspannung wurde ermittelt.

Des Weiteren wurde der Empfindlichkeitskoeffizient der Versorgungsspannung nach folgender Gleichung ermittelt.

$$b_{sv} = \frac{(x_2 - x_1)}{(U_2 - U_1)}$$

mit:

b_{sv}	der Empfindlichkeitsfaktor der Versorgungsspannung.
x_1	der Mittelwert der Messsignale bei der Spannung U_1,
x_2	der Mittelwert der Messsignale bei der Spannung U_2,
U_1	die niedrigere Versorgungsspannung,
U_2	die höhere Versorgungsspannung.

Bewertung

Für die Komponente NH_3 überschreitet die Abweichung die maximalen Werte von 0,2 % am Nullpunkt und -0,2 am Referenzpunkt nicht. Der größte Wert des Empfindlichkeitskoeffizienten beträgt 0,001 am Nullpunkt und -0,003 am Referenzpunkt.

Für die Komponente H_2O bleibt die Abweichung unter 0,1 % am Nullpunkt und unter -0,2 % am Referenzpunkt. Der größte Wert des Empfindlichkeitskoeffizienten beträgt -0,003 am Nullpunkt und 0,003 am Referenzpunkt.

Damit wurde die Mindestanforderung eingehalten.

Tabelle 27: Einfluss der Netzspannung, Komponente NH_3

Messgerät: LaserGas II im Labortest
Komponente: NH_3 (Zertifizierungsbereich: 0 - 10 mg/m³)

	Gerät 1					
	Nullpunkt			Referenzpunkt		
Spannung	Messwert	Abweichung	b_V	Messwert	Abweichung	b_V
Volt	mg/m³	%		mg/m³	%	
230	0,00	-		7,89	-	
242	0,01	0,1	0,001	7,89	0,0	0,000
253	0,00	0,0	-0,001	7,88	-0,1	0,000
230	0,00	-		7,88	-	
219	0,00	0,0	0,001	7,89	0,1	-0,001
207	0,00	0,0	0,000	7,88	0,0	0,001
196	0,00	0,0	0,000	7,89	0,1	0,000
Maximaler Wert		**0,1**	**0,001**	**-**	**0,1**	**-0,001**

	Gerät 2					
	Nullpunkt			Referenzpunkt		
Spannung	Messwert	Abweichung	b_V	Messwert	Abweichung	b_V
Volt	Mg/m³	%		mg/m³	%	
230	0,01	-		8,06	-	
242	0,01	0,0	0,000	8,07	0,1	0,001
253	0,00	-0,1	-0,001	8,04	-0,2	-0,003
230	0,00	-		8,07	-	
219	0,00	0,0	0,000	8,08	0,1	-0,001
207	0,00	0,0	0,000	8,09	0,2	0,000
196	0,02	0,2	-0,001	8,07	0,0	0,002
Maximaler Wert		**0,2**	**-0,001**	**-**	**-0,2**	**-0,003**



Tabelle 28: Einfluss der Netzspannung, Komponente H_2O

Messgerät: LaserGas II im Labortest
Komponente: H_2O (Zertifizierungsbereich: 0 - 40 Vol.-%)

Spannung Volt	Gerät 1 Nullpunkt Messwert Vol.-%	Nullpunkt Abweichung %	Nullpunkt b_V	Referenzpunkt Messwert Vol.-%	Referenzpunkt Abweichung %	Referenzpunkt b_V
230	0,05	-		0,05	-	
242	0,02	-0,1	-0,003	0,04	0,0	-0,001
253	0,03	-0,1	0,002	0,02	-0,1	-0,002
230	0,05	-		0,05	-	
219	0,04	0,0	0,001	0,05	0,0	0,000
207	0,03	-0,1	0,001	0,05	0,0	0,000
196	0,02	-0,1	0,001	0,05	0,0	0,000
Maximaler Wert		**-0,1**	**-0,003**	**-**	**-0,1**	**-0,002**

Spannung Volt	Gerät 2 Nullpunkt Messwert Vol.-%	Nullpunkt Abweichung %	Nullpunkt b_V	Referenzpunkt Messwert Vol.-%	Referenzpunkt Abweichung %	Referenzpunkt b_V
230	31,54	-		31,61	-	
242	31,54	0,0	0,000	31,60	0,0	-0,001
253	31,53	0,0	-0,002	31,59	0,0	-0,001
230	31,53	-		31,63	-	
219	31,56	0,1	-0,002	31,61	0,0	0,002
207	31,53	0,0	0,002	31,58	-0,1	0,003
196	31,54	0,0	-0,001	31,56	-0,2	0,002
Maximaler Wert		**0,1**	**-0,002**	**-**	**-0,2**	**0,003**

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Einzelwerte der Netzspannungsprüfung sind im Anhang in Tabelle 82 und Tabelle 83 dargestellt.

6b.18 [6.18 Einfluss von Schwingungen]

Die Abweichungen der AMS-Anzeigewerte am Nullpunkt und am Referenzpunkt auf Grund von Schwingungen, die üblicherweise an industriellen Anlagen auftreten, müssen folgende Mindestanforderungen an den Einfluss von Schwingungen einhalten.

Die Abweichungen dürfen 2.0 % vom Zertifizierungsbereichsendwert und für O_2 0.2 Vol.-% nicht überschreiten.

Falls die vom Hersteller spezifizierten Anwendungsbedingungen einen Schwingungstest erfordern, ist die AMS im Labor und im Feld dahingehend zu untersuchen, ob übliche Schwingungen das Leistungsvermögen der Messeinrichtung beeinflussen.

Diese Prüfung ist nur für Messeinrichtungen erforderlich die direkt am Abgaskanal arbeiten.

Gerätetechnische Ausstattung

Die zu prüfende AMS, Null- und Prüfgas, Vibrationsprüfgerät und Datenerfassung.

Durchführung der Prüfung

Die Überprüfung des Einflusses von Schwingungen wurde am 06. Oktober 2008 im Labor des TÜV Rheinland in Köln durchgeführt.

Die Prüfungen wurden mit folgender Ausstattung durchgeführt:

Vibrationsprüfgerät: LDS V 830-335

Verstärker: LDS

Regler: LDS, Laser USB mit PC und Drucker

Die AMS wurde am Prüfgerät installiert, um den Einfluss von Schwingungen zu überprüfen. In jeder Achslage wurde das Gerät im Frequenzbereich von 10 bis 150 Hz mit einer Oktave pro Minute bei einer Auslenkung von ± 0,3 mm im Frequenzbereich von 10 bis 50 Hz geschwungen. Zwischen 50 und 150 Hz entsprach die Auslenkung 9,81 m/s². Wurden Resonanzen beobachtet, wurde bei diesen Frequenzen das Gerät im Anschluss noch einmal jeweils über eine Dauer von zwei Minuten ausgesetzt und auf Funktionstüchtigkeit überprüft. Bei ausbleibender Resonanz wurde das Gerät Schwingungen von 50 Hz über eine Dauer von zwei Minuten ausgesetzt und auf Funktionstüchtigkeit geprüft. Für alle drei zu prüfende Achsen wurde das gleiche Testprogramm durchlaufen.

Die Prüfung wurde im Rahmen der Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung LaserGas II mit dieser Geräteversion durchgeführt.

Auswertung

Die Prüfung wurde für die folgenden drei Achsen durchgeführt:

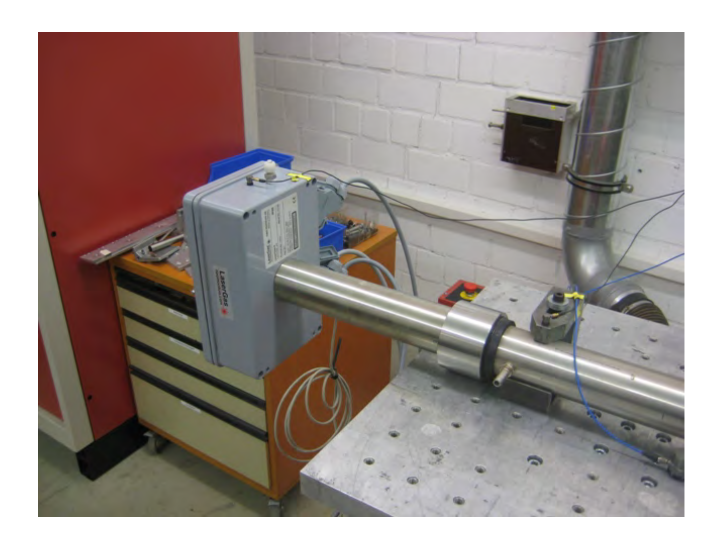
Achse 1: 90° senkrecht zur Rotationsachse der Probenahmesonde ausgerichtet. Die Rotationsachse der Sonde wurde im Vergleich zur Standardinstallationsachse mit einem rechten Winkel zum Messgasdurchfluss ausgerichtet.

Achse 2: Läuft in der Richtung des Abgases bei Standardinstallation im senkrechten Kanal.

Achse 3: 90° senkrecht zu Achsen 1 und 2 ausgerichtet.



Ergebnisse der Sende- und Empfängereinheiten für Achse 1 (x-Achse):



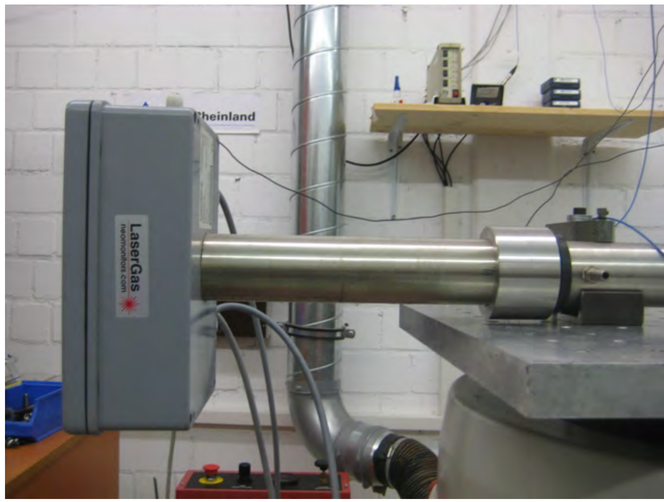
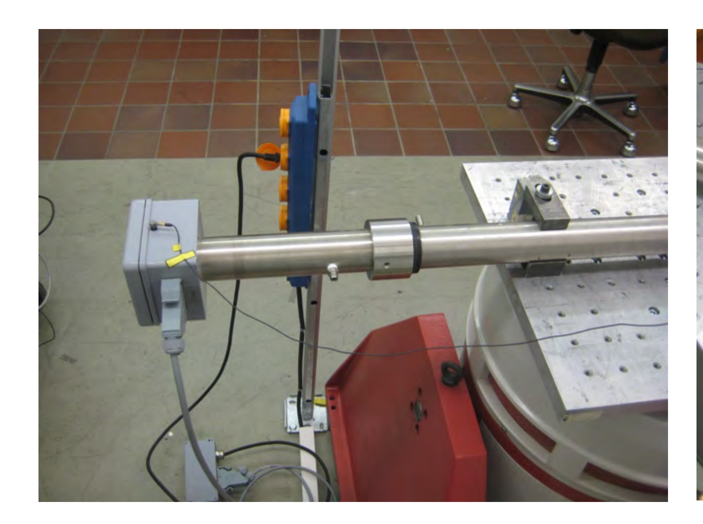


Abbildung 24: LaserGas II Sendeeinheit während der Vibrationsprüfung von Achse 1



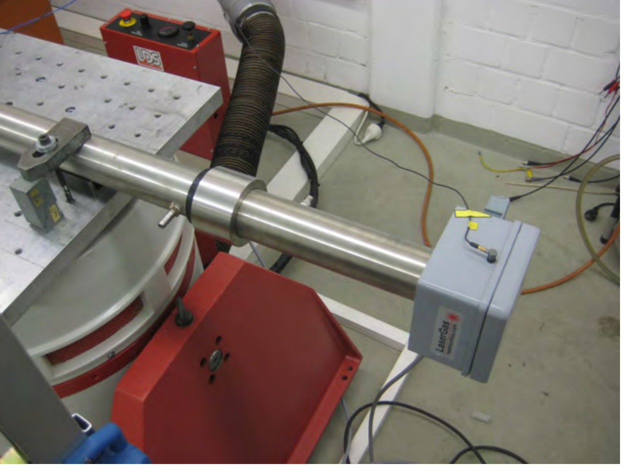


Abbildung 25: LaserGas II Empfängereinheit während der Vibrationsprüfung von Achse 1

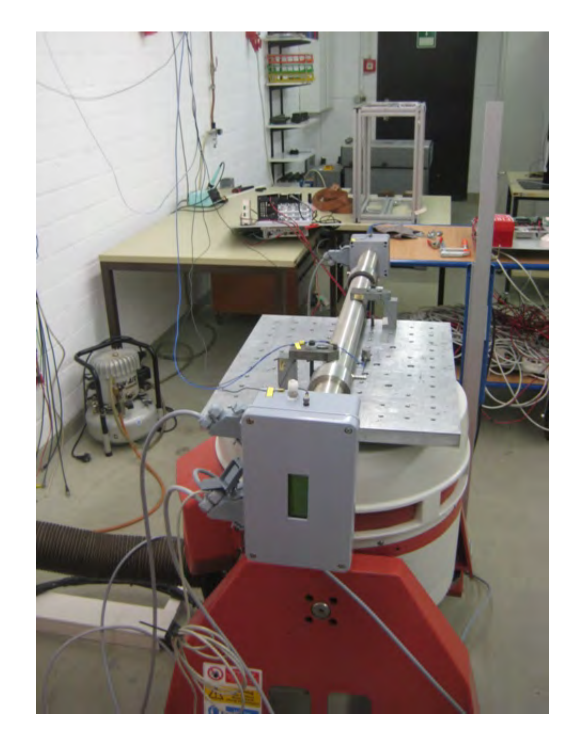




Abbildung 26: LaserGas II Sende- und Empfängereinheiten während der Vibrationsprüfung von Achse 1

Ergebnisse der ersten Funktionstüchtigkeitsprüfung für Achse 1:

	Nullpunkt NH_3	Nullpunkt H_2O	Referenzpunkt NH_3
mg/m³ / Vol.-%	0,02	0,01	11,84
mA	4,01	4,00	16,63
Status	OK	OK	OK

Ergebnisse der Sende- und Empfängereinheiten für Achse 2 (z-Achse):

Abbildung 27: Ergebnis der Suche nach Resonanzfrequenzen für Achse 2

Ergebnisse der Funktionstüchtigkeitsprüfung nach der Suche von Resonanzfrequenzen für Achse 1:

	Nullpunkt NH_3	Nullpunkt H_2O	Referenzpunkt NH_3
mg/m³ / Vol.-%	0,05	0,01	11,89
mA	4,05	4,00	16,68
Status	OK	OK	OK

Resonanzen wurden bei Frequenzen 51,5 Hz, 71,5 Hz, 102,6 Hz und 150,0 Hz beobachtet. Diese Frequenzen wurden über eine Dauer von zwei Minuten getestet. Die folgenden Ergebnisse wurden während der Funktionstüchtigkeitsprüfung nach der erweiterten Prüfung ermittelt:

	Nullpunkt NH_3	Nullpunkt H_2O	Referenzpunkt NH_3
mg/m³ / Vol.-%	0,03	0,01	11,86
mA	4,03	4,00	16,65
Status	OK	OK	OK





Abbildung 28: LaserGas II Sendeeinheit während der Vibrationsprüfung von Achse 2





Abbildung 29: LaserGas II Empfängereinheit während der Vibrationsprüfung von Achse 2





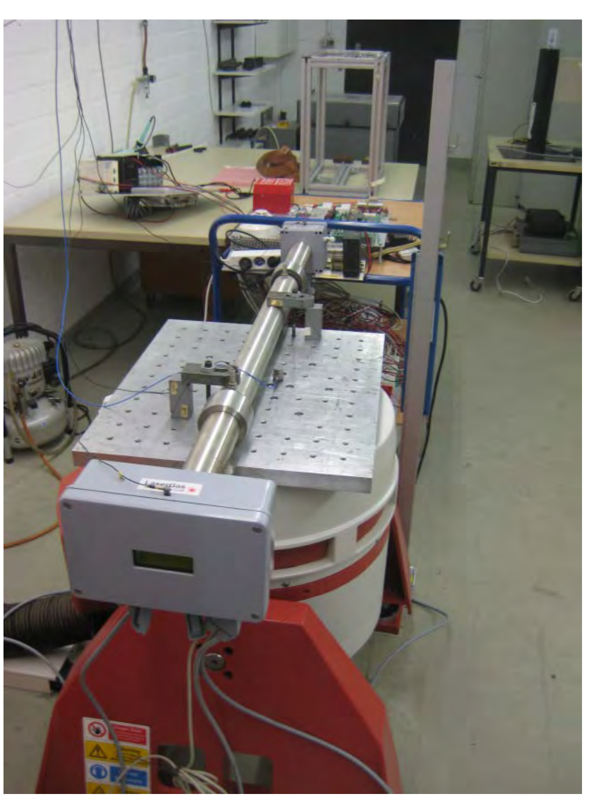


Abbildung 30: LaserGas II Sende- und Empfängereinheiten während der Vibrationsprüfung von Achse 2

Ergebnisse der ersten Funktionstüchtigkeitsprüfung für Achse 2:

	Nullpunkt NH_3	Nullpunkt H_2O	Referenzpunkt NH_3
mg/m³ / Vol.-%	0.07	0.01	11.82
mA	4.07	4.01	16.61
Status	OK	OK	OK

Abbildung 31: Ergebnis der Suche nach Resonanzfrequenzen für Achse 2

Ergebnisse der Funktionstüchtigkeitsprüfung nach der Suche von Resonanzfrequenzen für Achse 2:

	Nullpunkt NH_3	Nullpunkt H_2O	Referenzpunkt NH_3
mg/m³ / Vol.-%	0,04	0,01	11,84
mA	4,04	4,01	16,63
Status	OK	OK	OK

Resonanzen wurden bei Frequenzen 51,3 Hz, 51,5 Hz, 75,0 Hz und 144,2 Hz beobachtet. Diese Frequenzen wurden über eine Dauer von zwei Minuten getestet. Die folgenden Ergebnisse wurden während der Funktionstüchtigkeitsprüfung nach der erweiterten Prüfung ermittelt:

	Nullpunkt NH_3	Nullpunkt H_2O	Referenzpunkt NH_3
mg/m³ / Vol.-%	0,06	0,01	11,86
mA	4,06	4,01	16,65
Status	OK	OK	OK



Ergebnisse der Sendeeinheit für Achse 3 (y-Achse):





Abbildung 32: LaserGas II Sendeeinheit während der Vibrationsprüfung von Achse 3

Ende des Analysators

Armatur montiert auf dem Vibrationstisch

Abbildung 33: LaserGas II Sendeeinheit während der Vibrationsprüfung von Achse 3

Ergebnisse der ersten Funktionstüchtigkeitsprüfung für Achse 3:

	Nullpunkt NH_3	Nullpunkt H_2O	Referenzpunkt NH_3
mg/m³ / Vol.-%	0,03	0,01	11,83
mA	4,03	4,00	16,62
Status	OK	OK	OK

Abbildung 34: Ergebnis der Suche nach Resonanzfrequenzen für Achse 3

Ergebnisse der Funktionstüchtigkeitsprüfung nach der Suche von Resonanzfrequenzen für Achse 3:

	Nullpunkt NH_3	Nullpunkt H_2O	Referenzpunkt NH_3
mg/m³ / Vol.-%	0,03	0,02	11,81
mA	4,03	4,01	16,60
Status	OK	OK	OK

Resonanzen wurden bei Frequenz 142,8 Hz beobachtet. Diese Frequenzen wurden über eine Dauer von zwei Minuten getestet. Die folgenden Ergebnisse wurden während der Funktionstüchtigkeitsprüfung nach der erweiterten Prüfung ermittelt:

	Nullpunkt NH_3	Nullpunkt H_2O	Referenzpunkt NH_3
mg/m³ / Vol.-%	0,07	0,01	11,87
mA	4,07	4,00	16,66
Status	OK	OK	OK

Ergebnisse der Empfängereinheit für Achse 3 (y-Achse):





Abbildung 35: LaserGas II Empfängereinheit während der Vibrationsprüfung von Achse 3



Ende des Analysators

Armatur montiert auf dem Vibrationstisch

Abbildung 36: LaserGas II Empfängereinheit während der Vibrationsprüfung von Achse 3

Ergebnisse der ersten Funktionstüchtigkeitsprüfung für Achse 3:

	Nullpunkt NH_3	Nullpunkt H_2O	Referenzpunkt NH_3
mg/m³ / Vol.-%	0,03	0,01	11,84
mA	4,03	4,00	16,63
Status	OK	OK	OK

Abbildung 37: Ergebnis der Suche nach Resonanzfrequenzen für Achse 3



Ergebnisse der Funktionstüchtigkeitsprüfung nach der Suche von Resonanzfrequenzen für Achse 3:

	Nullpunkt NH_3	Nullpunkt H_2O	Referenzpunkt NH_3
mg/m³ / Vol.-%	0,02	0,01	11,83
mA	4,02	4,01	16,62
Status	OK	OK	OK

Keine Resonanzen wurden beobachtet. Deshalb wurde das Gerät bei einer Frequenz von 25 Hz über eine Dauer von zwei Minuten getestet. Die folgenden Ergebnisse wurden während der Funktionstüchtigkeitsprüfung nach der erweiterten Prüfung ermittelt:

	Nullpunkt NH_3	Nullpunkt H_2O	Referenzpunkt NH_3
mg/m³ / Vol.-%	0,06	0,01	11,88
mA	4,06	4,01	16,70
Status	OK	OK	OK

Bewertung

Es wurden keine Abweichungen während der Vibrationsprüfung festgestellt.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Ergebnisse sind in den vorhergehenden Tabellen und Abbildungen dargestellt.

6b.19 [6.19 Querempfindlichkeiten]

Der Hersteller muss jeden bekannten Störeinfluss beschreiben. Prüfungen für Störeinflüsse, die nicht auf gasförmige Störkomponenten zurückzuführen sind, oder Prüfungen für Gase, die nicht im Anhang B der DIN EN 15267-3 aufgeführt sind, müssen mit dem Prüflaboratorium vereinbart werden.

Der Einfluss von möglichen, im Abgas enthaltenen Störkomponenten wird durch Aufgabe von Prüfgasmischungen am Eingang der vollständigen Messeinrichtung ermittelt.

Die automatische Messeinrichtung muss die folgenden Mindestanforderungen an die Querempfindlichkeit am Nullpunkt und am Referenzpunkt einhalten.

Die Summe der positiven und die Summe der negativen Querempfindlichkeiten darf für jede Komponente nicht 4% vom Zertifizierungsbereichsendwert überschreiten. Für Sauerstoff gilt als Grenze die Summe von 0.4 Vol.-%.

Gerätetechnische Ausstattung

Die Prüfung erfolgte mit einem Hovacal-Prüfgasgenerator, einem beheizten Messpfad mit aktiver Messpfadlänge von 0,513 m, mit einem Massenstromregler, Querempfindlichkeitsgasen und einer Datenerfassung.

Durchführung der Prüfung

Zunächst wurde das Prüfgas ohne Störkomponente aufgegeben, danach mit Störkomponente.

Die Messsignale der AMS am Null- und Referenzpunkt wurden für jedes Prüfgas und alle gemessenen Komponenten nach einer Wartezeit, entsprechend der vierfachen Einstellzeit, durch drei aufeinander folgende einzelne Ablesungen im Abstand der einfachen Einstellzeit der Geräteanzeige ermittelt. Die Messsignale der Aufgabe ohne Störkomponente wurden mit den Messsignalen mit Störkomponente verglichen.

Zur Prüfung der Querempfindlichkeiten wurden die in Tabelle 29 aufgeführten Komponenten aufgegeben.

Die Prüfung wurde im Rahmen der Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung LaserGas II mit dieser Geräteversion durchgeführt.



Tabelle 29: Konzentrationswerte der Störkomponenten

Komponente	Wert	Einheit
O_2	3* / 21	Vol.-%
H_2O	30	Vol.-%
CO_2	15	Vol.-%
CO	300	mg/m³
CH_4	50	mg/m³
N_2O	20	mg/m³
N_2O (Wirbelschichtfeuerung)	100	mg/m³
NO	300	mg/m³
NO_2	30	mg/m³
NH_3	20	mg/m³
SO_2	200	mg/m³
SO_2 (Kohlekraftwerke ohne Entschwefelung)	1000	mg/m³
HCl	50	mg/m³
HCl (Kohlekraftwerke)	200	mg/m³
* Bei FIDs wird zusätzlich O_2 mit einer Konzentration von 3 Vol.-% geprüft.		

Auswertung

Die Abweichungen der Messsignale bei Aufgabe der einzelnen Querempfindlichkeitskomponenten wurden ermittelt. Alle positiven Abweichungen über 0,5 % der Prüfgaskonzentration und alle negativen Abweichungen unter -0,5 % der Prüfgaskonzentration am Nullpunkt und am Referenzpunkt wurden aufsummiert.

Signifikante Querempfindlichkeiten, die eine Überprüfung in den zusätzlichen Messbereichen erfordert hätten, wurden nicht beobachtet.

Bewertung

Die größte Abweichung bei der Komponente NH_3 beträgt für den Nullpunkt 1,80 % und für den Referenzpunkt -1,60 %

Die größte Abweichung bei der Komponente H_2O beträgt für den Nullpunkt 0,00 % und für den Referenzpunkt -1,88 %.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Tabelle 30: Querempfindlichkeiten, Komponente NH_3, Gerät 1

Messgerät: LaserGas II im Labortest
Component: NH_3 (Zertifizierungsbereich: 0 - 10 mg/m³)

Begleitstoff			Gerät 1							
			Nullpunkt				Referenzpunkt			
			Sollwert	Istwert	Abweichung		Sollwert	Istwert	Abweichung	
			mg/m³	mg/m³	%PG	%ZB	mg/m³	mg/m³	%PG	%ZB
O_2	21	Vol,-%	0,00	0,01	≤ 0,50	-	7,32	7,32	≤ 0,50	-
O_2	3	Vol,-%	0,00	0,01	≤ 0,50	-	7,34	7,37	≤ 0,50	-
H_2O	30	Vol,-%	0,01	0,01	≤ 0,50	-	7,31	7,31	≤ 0,50	-
CO	300	mg/m³	0,01	-0,01	≤ 0,50	-	7,33	7,28	– 0,68	-0,50
CO_2	15	Vol,-%	0,01	-0,01	≤ 0,50	-	7,28	7,24	– 0,55	-0,40
CH_4	50	mg/m³	0,01	0,06	0,68	0,50	7,30	7,34	0,55	0,40
N_2O	20	mg/m³	0,00	0,00	≤ 0,50	-	7,31	7,34	≤ 0,50	-
N_2O	100	mg/m³	0,01	0,00	≤ 0,50	-	7,32	7,34	≤ 0,50	-
NO	300	mg/m³	0,01	0,00	≤ 0,50	-	7,33	7,35	≤ 0,50	-
NO_2	30	mg/m³	0,01	-0,01	≤ 0,50	-	7,33	7,32	≤ 0,50	-
SO_2	200	mg/m³	0,01	-0,01	≤ 0,50	-	7,30	7,33	≤ 0,50	-
SO_2	1000	mg/m³	0,01	-0,01	≤ 0,50	-	7,31	7,33	≤ 0,50	-
HCl	200	mg/m³	0,01	0,00	≤ 0,50	-	-2,50	-2,50	≤ 0,50	-
Summe positive Abweichungen					**0,50**	**0,50**			**0,40**	**0,40**
Summe negative Abweichungen					**≤ 0,30**	**-**			**– 0,90**	**-0,90**

Alle Abweichungen <=0,5% der Prüfgaskonzentration am Referenzpunkt werden nicht berücksichtigt.



Tabelle 31: Querempfindlichkeiten, Komponente NH_3, Gerät 2

Messgerät: LaserGas II im Labortest
Komponente: NH_3 (Zertifizierungsbereich: 0 - 10 mg/m³)

Begleitstoff			Gerät 2							
			Nullpunkt				Referenzpunkt			
			Sollwert	Istwert	Abweichung		Sollwert	Istwert	Abweichung	
			mg/m³	mg/m³	%PG	%ZB	mg/m³	mg/m³	%PG	%ZB
O_2	21	Vol,-%	0,01	0,01	≤ 0,50	-	7,03	7,05	≤ 0,50	-
O_2	3	Vol,-%	0,01	0,01	≤ 0,50	-	7,01	7,03	≤ 0,50	-
H_2O	30	Vol,-%	0,01	0,02	≤ 0,50	-	7,01	7,03	≤ 0,50	-
CO	300	mg/m³	0,01	-0,03	– 0,57	-0,40	7,01	6,97	– 0,57	-0,40
CO_2	15	Vol,-%	0,01	0,06	0,71	0,50	7,01	7,03	≤ 0,50	-
CH_4	50	mg/m³	0,01	0,09	1,14	0,80	7,01	7,04	≤ 0,50	-
N_2O	20	mg/m³	0,01	0,00	≤ 0,50	-	7,03	7,05	≤ 0,50	-
N_2O	100	mg/m³	0,01	-0,03	– 0,57	-0,40	7,03	7,03	≤ 0,50	-
NO	300	mg/m³	0,00	0,03	≤ 0,50	-	7,00	7,00	≤ 0,50	-
NO_2	30	mg/m³	0,01	0,01	≤ 0,50	-	7,01	7,01	≤ 0,50	-
SO_2	200	mg/m³	0,01	0,03	≤ 0,50	-	7,01	7,04	≤ 0,50	-
SO_2	1000	mg/m³	0,01	0,06	0,71	0,50	7,03	6,91	– 1,71	-1,20
HCl	200	mg/m³	0,01	0,01	≤ 0,50	-			≤ 0,50	-
Summe positive Abweichungen						**1,80**				**-**
Summe negative Abweichungen						**-0,80**				**-1,60**

Alle Abweichungen <=0,5% der Prüfgaskonzentration am Referenzpunkt werden nicht berücksichtigt.

Tabelle 32: Querempfindlichkeiten, Komponente H_2O, Gerät 1

Messgerät: LaserGas II im Labortest
Komponente: H_2O (Zertifizierungsbereich: 0 - 40 Vol,-%)

Begleitstoff			Gerät 1							
			Nullpunkt				Referenzpunkt			
			Sollwert	Istwert	Abweichung		Sollwert	Istwert	Abweichung	
			Vol,-%	Vol,-%	%PG	%ZB	Vol,-%	Vol,-%	%PG	%ZB
O_2	21	Vol,-%	0,00	0,02	≤ 0,50	-	29,48	29,68	0,68	0,50
O_2	3	Vol,-%	0,02	0,05	≤ 0,50	-	29,38	29,58	0,68	0,50
CO	300	mg/m³	-0,02	0,05	≤ 0,50	-	29,28	29,40	≤ 0,50	-
CO_2	15	Vol,-%	0,02	0,02	≤ 0,50	-	29,73	29,90	0,57	0,42
CH_4	50	mg/m³	0,05	0,02	≤ 0,50	-	29,35	29,20	– 0,51	-0,38
N_2O	20	mg/m³	0,05	0,05	≤ 0,50	-	29,33	29,15	– 0,61	-0,45
N_2O	100	mg/m³	0,02	0,00	≤ 0,50	-	29,38	29,45	≤ 0,50	-
NO	300	mg/m³	0,02	0,02	≤ 0,50	-	29,45	29,35	≤ 0,50	-
NO_2	30	mg/m³	0,00	0,02	≤ 0,50	-	29,35	29,15	– 0,68	-0,50
NH_3	20	mg/m³	0,02	0,00	≤ 0,50	-	29,28	29,30	≤ 0,50	-
SO_2	200	mg/m³	0,05	0,00	≤ 0,50	-	29,30	29,30	≤ 0,50	-
SO_2	1000	mg/m³	0,02	0,02	≤ 0,50	-	29,45	29,23	– 0,75	-0,55
HCl	50	mg/m³	0,02	0,02	≤ 0,50	-	29,35	29,48	≤ 0,50	-
HCl	200	mg/m³	0,00	0,05	≤ 0,50	-	29,20	29,28	≤ 0,50	-
Summe positive Abweichungen						**-**				**1,42**
Summe negative Abweichungen						**-**				**-1,88**

Alle Abweichungen <=0,5% der Prüfgaskonzentration am Referenzpunkt werden nicht berücksichtigt.



Tabelle 33: Querempfindlichkeiten, Komponente H_2O, Gerät 2

Messgerät: LaserGas II im Labortest
Component: H_2O (Zertifizierungsbereich: 0 - 40 Vol,-%)

Begleitstoff			Gerät 2							
			Nullpunkt				Referenzpunkt			
			Sollwert	Istwert	Abweichung		Sollwert	Istwert	Abweichung	
			Vol,-%	Vol,-%	%PG	%ZB	Vol,-%	Vol,-%	%PG	%ZB
O_2	21	Vol,-%	0,05	0,05	≤ 0,50	-	29,95	30,05	≤ 0,50	-
O_2	3	Vol,-%	0,02	0,13	≤ 0,50	-	30,03	30,03	≤ 0,50	-
CO	300	mg/m³	0,00	0,05	≤ 0,50	-	29,93	30,00	≤ 0,50	-
CO_2	15	Vol,-%	0,00	0,10	≤ 0,50	-	30,10	30,38	0,93	0,70
CH_4	50	mg/m³	0,02	0,08	≤ 0,50	-	30,05	29,88	– 0,57	-0,43
N_2O	20	mg/m³	0,02	0,02	≤ 0,50	-	30,05	29,98	≤ 0,50	-
N_2O	100	mg/m³	0,02	0,08	≤ 0,50	-	30,10	29,88	– 0,73	-0,55
NO	300	mg/m³	0,02	0,00	≤ 0,50	-	30,05	30,23	0,60	0,45
NO_2	30	mg/m³	0,00	0,13	≤ 0,50	-	30,03	29,93	≤ 0,50	-
NH_3	20	mg/m³	0,00	0,05	≤ 0,50	-	29,95	30,05	≤ 0,50	-
SO_2	200	mg/m³	0,00	0,05	≤ 0,50	-	30,05	29,95	≤ 0,50	-
SO_2	1000	mg/m³	-0,02	0,08	≤ 0,50	-	29,93	30,03	≤ 0,50	-
HCl	50	mg/m³	-0,02	0,05	≤ 0,50	-	30,03	30,13	≤ 0,50	-
HCl	200	mg/m³	-0,02	0,02	≤ 0,50	-	30,05	30,05	≤ 0,50	-
Summe positive Abweichungen						**-**				**1,15**
Summe negative Abweichungen						**-**				**-0,98**

Alle Abweichungen <=0,5% der Prüfgaskonzentration am Referenzpunkt werden nicht berücksichtigt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Hier nicht notwendig.

6b.20 [6.20 Auswanderung des Messstrahls bei In-Situ-AMS]

Bei Auswanderung des Messstrahls von optischen AMS müssen die Abweichungen der AMS-Anzeigewerte am Nullpunkt und am Referenzpunkt folgende Mindestanforderung für die maximal vom Hersteller erlaubte Winkelabweichung einhalten. Dieser Winkel muss mindestens 0,3° betragen.
Die Abweichungen der Messsignale bei Auswanderung des Messstrahls darf 2,0 % des Zertifizierungsbereichsendwerts nicht überschreiten.

Gerätetechnische Ausstattung

Die zu prüfende AMS, Null- und Prüfgas, optische Bank und Datenerfassung.

Durchführung der Prüfung

Die AMS wurde an die optische Bank befestigt und der Messpfad auf 1 m verlängert. Die Auswanderungen der Sende- und Empfängereinheiten wurden sowohl horizontal als auch vertikal mit einer Verschwenkung von 0,1° pro Schritt bis 0,3° überprüft. Die Messwerte wurden für jeden Schritt aufgenommen. Darüber hinaus wurde die automatische Justierung getestet. Die Prüfung wurde im Rahmen der Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung LaserGas II mit dieser Geräteversion durchgeführt.

Auswertung

Das Testprogramm wurde mit einer maximalen Verschwenkung von 0,3° durchgeführt.

Tabelle 34: Zusammenfassung der Ergebnisse der Prüfung für Auswanderung des Messstrahls, Messeinrichtung LaserGas II

	Maximale Anweichungen			
	NH_3		**H_2O**	
	Nullpunkt in % vom MBE	**Referenzpunkt in % vom MBE**	**Nullpunkt in % vom MBE**	**Referenzpunkt in % vom MBE**
Gerät 1				
Sendeeinheit	-0,60	-1,10	0,13	0,43
Empfängereinheit	0,90	1,10	0,23	0,30
Gerät 2				
Sendeeinheit	0,50	-0,80	0,25	0,65
Empfängereinheit	0,70	1,20	0,28	0,43

Bewertung

Die maximale Abweichung des Messsignals für die Komponente NH_3 beträgt 1,20 % für die Verschwenkungswinkel bis 0,3°.

Die maximale Abweichung des Messsignals für die Komponente H_2O beträgt 0,65 % für die Verschwenkungswinkel bis 0,3°.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Messsignale der entsprechenden Verschwenkungswinkel sind in Tabelle 84 bis Tabelle 88 dargestellt.

Die maximale zulässige Verschwenkung beträgt 0,3°.



6b.21 [6.21 Konverterwirkungsgrad für AMS zur Messung von NO_x]

Hersteller, die die Zertifizierung einer NO_x-Messeinrichtung anstreben, müssen angeben, ob die Zertifizierung für die Messung von Stickstoffmonoxid (NO) und/oder Stickstoffdioxid (NO_2) gelten soll.
Das Prüflaboratorium hat den Wirkungsgrad von NO_x-Konvertern vor und nach dem Feldtest zu ermitteln. Der Konverterwirkungsgrad muss mindestens 95 % betragen.

Gerätetechnische Ausstattung

Dieser Prüfpunkt trifft für die Messeinrichtung nicht zu.

Durchführung der Prüfung

Dieser Prüfpunkt trifft für die Messeinrichtung nicht zu.

Auswertung

Dieser Prüfpunkt trifft für die Messeinrichtung nicht zu.

Bewertung

Dieser Prüfpunkt trifft für die Messeinrichtung nicht zu.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Dieser Prüfpunkt trifft für die Messeinrichtung nicht zu.

6b.22 [6.22 Responsefaktoren]

Automatische Messeinrichtungen zur Messung von Gesamt-Kohlenstoff (TOC) müssen die folgende Mindestanforderungen einhalten.
Der O_2-Einfluss darf 2,0 % vom Zertifizierungsbereichsendwert nicht überschreiten.
Die Responsefaktoren müssen in folgendem Bereich liegen:

Methan	*0,90 bis 1,20*
Aliphatische Kohlenwasserstoffe	*0,90 bis 1,10*
Aromatische Kohlenwasserstoffe	*0,80 bis 1,10*
Dichlormethan	*0,75 bis 1,15*
Aliphatische Alkohole	*0,70 bis 1,00*
Ester und Ketone	*0,70 bis 1,00*
Organische Säuren	*0,50 bis 1,00*

Es sind die Komponenten: Methan, Ethan, Benzol, Toluol, Dichlormethan und die Prüfgasmischung nach DIN EN 12619 zu prüfen.
Für AMS zur Ermittlung des Gesamtkohlenstoffgehalts in den Emissionen von Müllverbrennungsanlagen sind zusätzlich folgenden organischen Verbindungen zu prüfen:
Propan, Ethin, Ethylbenzol, p-Xylol, Chlorbenzol, Tetrachlorethylen, n-Butan, n-Hexan, n-Octan, iso-Octan, Propen, Methanol, Butanol, Essigsäure, Essigsäuremethylester, Trichlormethan, Trichlorethylen.

Gerätetechnische Ausstattung

Dieser Prüfpunkt trifft für die Messeinrichtung nicht zu.

Durchführung der Prüfung

Dieser Prüfpunkt trifft für die Messeinrichtung nicht zu.

Auswertung

Dieser Prüfpunkt trifft für die Messeinrichtung nicht zu.

Bewertung

Dieser Prüfpunkt trifft für die Messeinrichtung nicht zu.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Dieser Prüfpunkt trifft für die Messeinrichtung nicht zu.



6c Feldprüfungen

6c.1 [7.1 Kalibrierfunktion]

Die Kalibrierfunktion ist durch Vergleichsmessungen mit einem Standardreferenzmessverfahren zu ermitteln.
Der Korrelationskoeffizient R² der Kalibrierfunktion muss mindestens 0,90 betragen.
Die nach DIN EN 14181 ermittelte und zur Kalibrierfunktion gehörende Variabilität muss die in den entsprechenden rechtlichen Regelungen festgelegte maximal zulässige Messunsicherheit einhalten.
Die Kalibrierfunktion muss nach DIN EN 14181 auf der Basis von mindestens 15 Messungen ermittelt werden. Die Kalibrierfunktion ist zweimal zu ermitteln, einmal zu Beginn und einmal am Ende des Feldtests.

Falls die Konzentration im Feldtest konstant ist, kann die Kalibrierfunktion in Übereinstimmung mit der DIN EN 14181 durch zusätzliche Verwendung von Nullpunkt- und Referenzpunktwerten, die im Feldtest ermittelt wurden, aufgestellt werden.

Gerätetechnische Ausstattung

Die Prüfung erfolgte mit den, in Kapitel 5 „Standardreferenzmessverfahren“, erläuterten Instrument- und Standardreferenzmessverfahren. Die Systemeigenschaften wurden während des Labortests mit einem Prüfgasgenerator und einem beheizten Messpfad überprüft.

Durchführung der Prüfung

Die Kalibrierfunktion wurde einmal zu Beginn und einmal am Ende des Feldversuches bestimmt. Für die Berechnung der Kalibrierfunktion wurden für die AMS und das Standardreferenzmessverfahren die gleichen Abgasrandparameter verwendet. Wie in DIN EN 14181 beschrieben, wurden jeweils 15 Messungen über drei Tage verteilt durchgeführt.

Die Messpunkte wurden nach DIN EN 15259 ausgewählt.

Die Prüfung wurde im Rahmen der Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung LaserGas II mit dieser Geräteversion durchgeführt.

Auswertung

Die Kalibrierfunktionen wurden nach DIN EN 14181 einmal zu Beginn und einmal am Ende des Feldversuches anhand von jeweils 15 Messungen ermittelt.

Bewertung

Der Korrelationskoeffizient R^2 der Kalibrierfunktion liegt zwischen 0,9035 für NH_3 und 0,9879 für H_2O. Ein statistisch gesicherter Zusammenhang zwischen dem Referenzmessverfahren und der Geräteanzeige konnte nachgewiesen werden. Die Geräte haben die Variabilitätsprüfung bestanden.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 35 bis Tabelle 40 und in Abbildung 38 bis Abbildung 43 im Folgenden dargestellt.

Tabelle 35: Parameter der 1. Kalibrierung, Gerät 1, Komponente NH_3

LaserGas II im Feldtest: Parameter Gerät 1, 1. Kalibrierung

Komponente	NH_3	
Gaszustand Messgerät	Standardbedingungen, feucht	
Messbereich	0 - 8,7	mg/m³
Zertifizierungsbereich	0 - 10	mg/m³
Rechenmethode *)	Punktmasse mit Null- und Referenzpunkt	
Steigung b	0,542	mg/m³/mA
Achsenabschnitt a	-2,131	mg/m³
Standardabweichung s_D	0,22	mg/m³
Korrelationskoeffizient R^2	0,9256	
Emissionsgrenzwert (E)	10	mg/m³
Konfidenzintervall	40	% des Grenzwertes
Konfidenzintervall	4	mg/m³
15 % des Grenzwertes	1,5	mg/m³
Differenz y_{smax} - y_{smin}	1,0	mg/m³

*) Differenz ysmax - ysmin ist größer oder gleich 15 % des Grenzwertes

Variabilitätsprüfung Gerät 1 (Standardbedingungen)

Nr	Vergleichs-Verfahren mg/m³	Messwerte AMS mg/m³	Differenz D_i mg/m³	Differenz $D_i - D_{Mittel}$ mg/m³	Differenz $(D_i - D_{Mittel})^2$ mg/m³
1	2,77	2,59	0,18	0,18	0,032
2	3,22	3,25	-0,03	-0,03	0,001
3	3,08	3,05	0,03	0,03	0,001
4	2,90	2,48	0,42	0,42	0,175
5	2,47	2,51	-0,04	-0,04	0,002
6	2,91	2,81	0,10	0,10	0,010
7	3,17	3,36	-0,19	-0,19	0,037
8	2,45	2,49	-0,04	-0,04	0,002
9	2,30	2,65	-0,35	-0,35	0,123
10	2,52	2,90	-0,38	-0,38	0,145
11	3,19	2,97	0,22	0,22	0,048
12	3,03	2,97	0,06	0,06	0,003
13	3,14	2,94	0,20	0,20	0,039
14	2,35	2,30	0,05	0,05	0,002
15	2,21	2,42	-0,21	-0,21	0,045
Mittelwert			0,00		
Summe					0,665
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung		s_D =	0,22 mg/m³
geforderte Messunsicherheit σ_0	= 40% x E / 1,96 =		2,0 mg/m³
k_V			0,9761
Prüfung	$s_D \leq \sigma_0 \times k_V$	$s_D \leq$	2,0

Gerät 1 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.



Tabelle 36: Parameter der 1. Kalibrierung, Gerät 2, Komponente NH_3

LaserGas II im Feldtest: Parameter Gerät 2, 1. Kalibrierung

Komponente	NH_3	
Gaszustand Messgerät	Standardbedingungen, feucht	
Messbereich	0 - 8,9	mg/m³
Zertifizierungsbereich	0 - 10	mg/m³
Rechenmethode *)	Punktmasse mit Null- und Referenzpunkt	
Steigung b	0,555	mg/m³ / mA
Achsenabschnitt a	-2,188	mg/m³
Standardabweichung s_D	0,25	mg/m³
Korrelationskoeffizient R²	0,9035	
Emissionsgrenzwert (E)	10	mg/m³
Konfidenzintervall	40	% des Grenzwertes
Konfidenzintervall	4	mg/m³
15 % des Grenzwertes	1,5	mg/m³
Differenz y_{smax} - y_{smin}	1,0	mg/m³

*) Differenz ysmax - ysmin ist größer oder gleich 15 % des Grenzwertes

Variabilitätsprüfung Gerät 2 (Standardbedingungen)

Nr	Vergleichs-Verfahren mg/m³	Messwerte AMS mg/m³	Differenz D_i mg/m³	Differenz $D_i - D_{Mittel}$ mg/m³	Differenz $(D_i - D_{Mittel})^2$ mg/m³
1	2,77	2,43	0,34	0,34	0,113
2	3,22	3,09	0,13	0,13	0,016
3	3,08	2,95	0,13	0,13	0,016
4	2,90	2,59	0,31	0,31	0,094
5	2,47	2,66	-0,19	-0,19	0,038
6	2,91	2,91	0,00	0,00	0,000
7	3,17	3,31	-0,14	-0,14	0,021
8	2,45	2,64	-0,19	-0,19	0,038
9	2,30	2,77	-0,47	-0,47	0,225
10	2,52	2,89	-0,37	-0,37	0,140
11	3,19	2,94	0,25	0,25	0,061
12	3,03	2,94	0,09	0,09	0,007
13	3,14	2,87	0,27	0,27	0,071
14	2,35	2,27	0,08	0,08	0,006
15	2,21	2,39	-0,18	-0,18	0,034
Mittelwert			0.00		
Summe					0,877
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung		s_D =	0,25 mg/m³
geforderte Messunsicherheit σ_0	= 40% x E / 1,96 =		2,0 mg/m³
k_V			0,9761
Prüfung	$s_D \leq \sigma_0 \times k_V$	$s_D \leq$	2,0

Gerät 2 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.

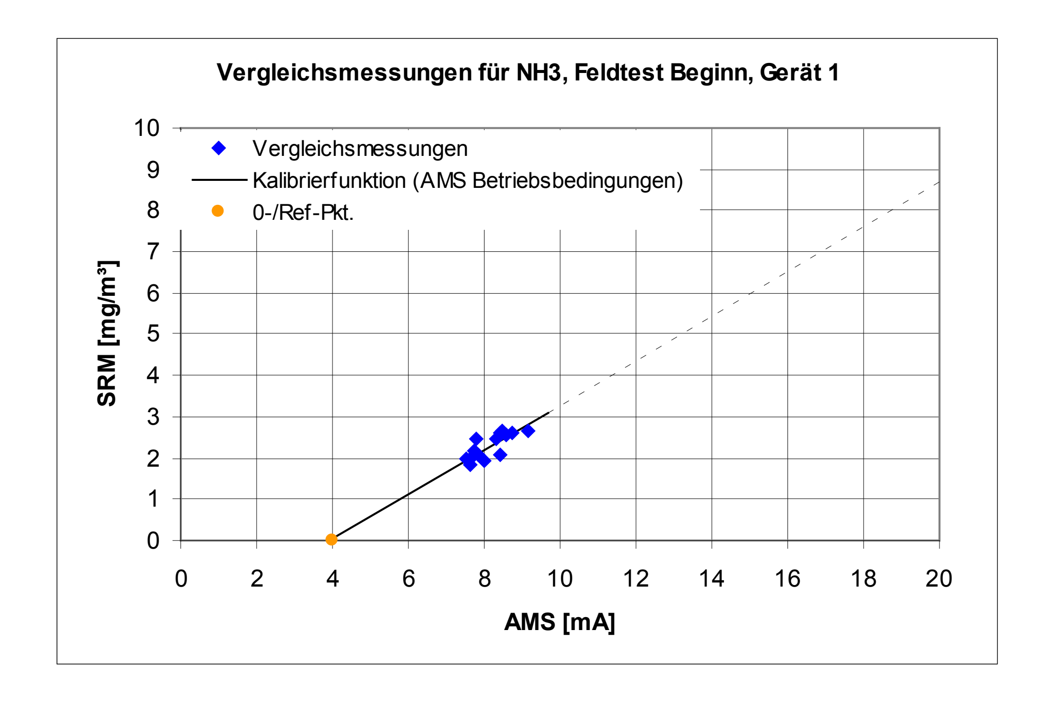


Abbildung 38: Darstellung Ergebnisse der 1. Vergleichsmessung, Gerät 1, Komponente NH_3

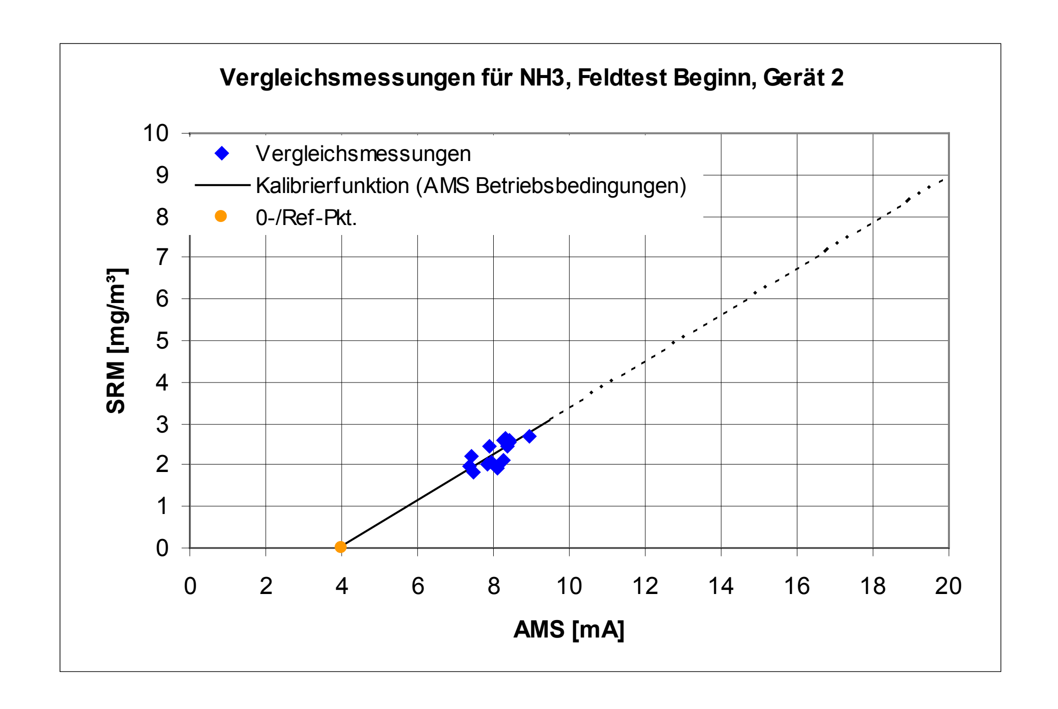


Abbildung 39: Darstellung Ergebnisse der 1. Vergleichsmessung, Gerät 2, Komponente NH_3



Tabelle 37: Parameter der 2. Kalibrierung, Gerät 1, Komponente NH_3

LaserGas II im Feldtest: Parameter Gerät 1, 2. Kalibrierung

Komponente	NH_3	
Gaszustand Messgerät	Standardbedingungen, feucht	
Messbereich	0 - 8.9	mg/m³
Zertifizierungsbereich	0 - 10	mg/m³
Rechenmethode *)	Gerade durch alle Punkte	
Steigung b	0,551	mg/m³/mA
Achsenabschnitt a	-2,115	mg/m³
Standardabweichung s_D	0,39	mg/m³
Korrelationskoeffizient R²	0,9742	
Emissionsgrenzwert (E)	10	mg/m³
Konfidenzintervall	40	% des Grenzwertes
Konfidenzintervall	4	mg/m³
15 % des Grenzwertes	1,5	mg/m³
Differenz y_{smax} - y_{smin}	8,5	mg/m³

*) Differenz ysmax - ysmin ist größer oder gleich 15 % des Grenzwertes

Variabilitätsprüfung Gerät 1

Nr	Vergleichs-Verfahren mg/m³	Messwerte AMS mg/m³	Differenz D_i mg/m³	Differenz $D_i - D_{Mittel}$ mg/m³	Differenz $(D_i - D_{Mittel})^2$ mg/m³
1	1,64	1,90	-0,26	-0,26	0,067
2	1,80	2,22	-0,42	-0,42	0,175
3	1,86	2,22	-0,36	-0,36	0,128
4	3,09	3,09	0,00	0,00	0,000
5	2,00	2,14	-0,14	-0,14	0,019
6	3,34	2,55	0,79	0,79	0,627
7	2,11	1,30	0,81	0,81	0,659
8	5,30	5,49	-0,19	-0,19	0,035
9	7,02	7,30	-0,28	-0,28	0,077
10	10,15	9,81	0,34	0,34	0,117
11	1,99	2,08	-0,09	-0,09	0,008
12	2,72	2,76	-0,04	-0,04	0,001
13	2,20	2,51	-0,31	-0,31	0,095
14	2,43	2,17	0,26	0,26	0,069
15	2,45	2,59	-0,14	-0,14	0,019
Mittelwert			0,00		
Summe					2,096
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung		s_D =	0,39 mg/m³
geforderte Messunsicherheit σ_0	= 40% x E / 1,96 =		2,0 mg/m³
k_V			0,9761
Prüfung	$s_D \leq \sigma_0 \times k_V$	$s_D \leq$	2,0

Gerät 1 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.

Tabelle 38: Parameter der 2. Kalibrierung, Gerät 2, Komponente NH_3

LaserGas II im Feldtest: Parameter Gerät 2, 2. Kalibrierung

Komponente	NH_3	
Gaszustand Messgerät	Standardbedingungen, feucht	
Messbereich	0 - 8,7	mg/m³
Zertifizierungsbereich	0 - 10	mg/m³
Rechenmethode *)	Gerade durch alle Punkte	
Steigung b	0.502	mg/m³/mA
Achsenabschnitt a	-1,373	mg/m³
Standardabweichung s_D	0,42	mg/m³
Korrelationskoeffizient R²	0,9699	
Emissionsgrenzwert (E)	10	mg/m³
Konfidenzintervall	40	% des Grenzwertes
Konfidenzintervall	4	mg/m³
15 % des Grenzwertes	1,5	mg/m³
Differenz y_{smax} - y_{smin}	8,5	mg/m³

*) Differenz ysmax - ysmin ist größer oder gleich 15 % des Grenzwertes

Variabilitätsprüfung Gerät 2

Nr	Vergleichs-Verfahren mg/m³	Messwerte AMS mg/m³	Differenz D_i mg/m³	Differenz $D_i - D_{Mittel}$ mg/m³	Differenz $(D_i - D_{Mittel})^2$ mg/m³
1	1,64	2,21	-0,57	-0,57	0,322
2	1,80	2,35	-0,55	-0,55	0,300
3	1,86	2,05	-0,19	-0,19	0,035
4	3,09	2,38	0,71	0,71	0,508
5	2,00	1,95	0,05	0,05	0,003
6	3,34	2,52	0,82	0,82	0,677
7	2,11	2,19	-0,08	-0,08	0,006
8	5,30	5,67	-0,37	-0,37	0,135
9	7,02	7,39	-0,37	-0,37	0,135
10	10,15	9,77	0,38	0,38	0,146
11	1,99	2,16	-0,17	-0,17	0,028
12	2,72	2,44	0,28	0,28	0,080
13	2,20	2,19	0,01	0,01	0,000
14	2,43	2,18	0,25	0,25	0,064
15	2,45	2,69	-0,24	-0,24	0,056
Mittelwert			0,00		
Summe					2,494
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung		s_D =	0,42 mg/m³
geforderte Messunsicherheit σ_0		= 40% x E / 1,96 =	2.0 mg/m³
k_V			0,9761
Prüfung	$s_D \leq \sigma_0 \times k_V$	$s_D \leq$	2,0

Gerät 2 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.



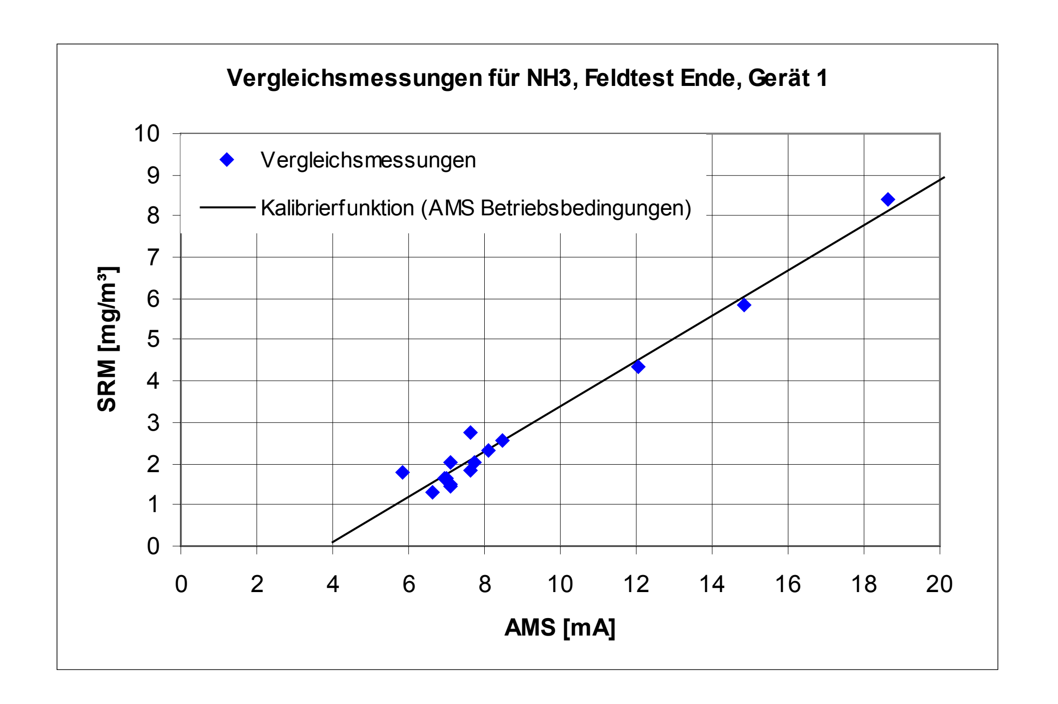


Abbildung 40: Darstellung Ergebnisse der 2. Vergleichsmessung, Gerät 1, Komponente NH_3

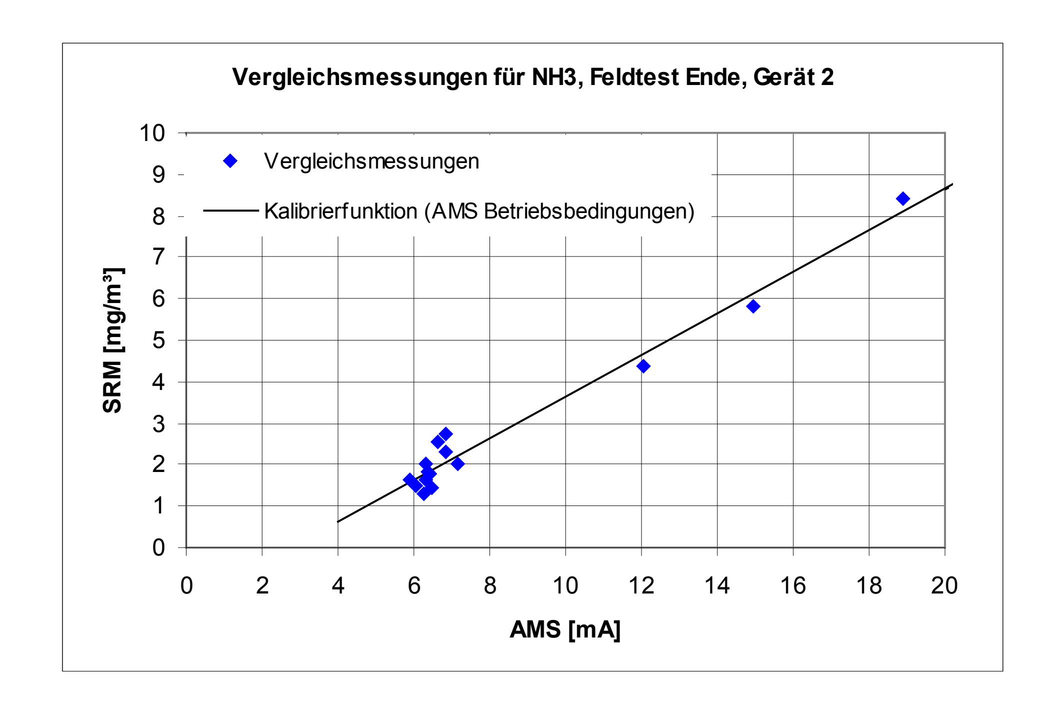


Abbildung 41: Darstellung Ergebnisse der 2. Vergleichsmessung, Gerät 2, Komponente NH_3

Tabelle 39: Variabilitätsprüfung, Gerät 1, Komponente NH_3

Gerät: LaserGas II im Feldtest

Variabilitätsprüfung Gerät 1 für NH_3:
2. Kalibrierung als Funktionsprüfung

Nr	Vergleichs-Verfahren mg/m³ (ntr)	Gerät 1 mg/m³ (ntr)	Differenz D_i mg/m³ (ntr)	Differenz $D_i - D_{Mittel}$ mg/m³ (ntr)	Differenz $(D_i - D_{Mittel})^2$ mg/m³ (ntr)
1	1,64	1,81	-0,17	-0,28	0,081
2	1,80	2,12	-0,32	-0,43	0,188
3	1,86	2,12	-0,26	-0,37	0,140
4	3,09	2,98	0,11	0,00	0,000
5	2,00	2,05	-0,05	-0,16	0,027
6	3,34	2,44	0,90	0,79	0,618
7	2,11	1,22	0,89	0,78	0,602
8	5,30	5,34	-0,04	-0,15	0,024
9	7,02	7,12	-0,10	-0,21	0,046
10	10,15	9,59	0,56	0,45	0,199
11	1,99	1,98	0,01	-0,10	0,011
12	2,72	2,65	0,07	-0,04	0,002
13	2,20	2,40	-0,20	-0,31	0,099
14	2,43	2,08	0,35	0,24	0,056
15	2,45	2,49	-0,04	-0,15	0,024
Mittelwert			0,11		
Summe					2,115
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung		s_D =	0,4 mg/m³
geforderte Messunsicherheit σ_0	= 40% x E / 1,96	=	2,0 mg/m³
k_V			0,9761
Prüfung	$s_D \leq 1.5 \times \sigma_0 \times k_V$	$s_D \leq$	3.0
Gerät 1 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.			
$t_{0,95\ (N-1)}$			2,1448
Differenzenmittelwert		|D| =	0,1 mg/m³
Prüfung		|D| ≤	2,3
Die Kalibrierfunktion ist gültig.			



Tabelle 40: Variabilitätsprüfung, Gerät 2

Gerät: LaserGas II im Feldtest

Variabilitätsprüfung Gerät 2 für NH_3:
2. Kalibrierung als Funktionsprüfung

Nr	Vergleichs-Verfahren mg/m³ (ntr)	Gerät 1 mg/m³ (ntr)	Differenz D_i mg/m³ (ntr)	Differenz $D_i - D_{Mittel}$ mg/m³ (ntr)	Differenz $(D_i - D_{Mittel})^2$ mg/m³ (ntr)
1	1,64	1,61	0,03	-0,43	0,181
2	1,80	1,76	0,04	-0,42	0,173
3	1,86	1,45	0,41	-0,05	0,002
4	3,09	1,82	1,27	0,81	0,664
5	2,00	1,33	0,67	0,21	0,046
6	3,34	1,97	1,37	0,91	0,837
7	2,11	1,62	0,49	0,03	0,001
8	5,30	5,46	-0,16	-0,62	0,379
9	7,02	7,37	-0,35	-0,81	0,649
10	10,15	10,01	0,14	-0,32	0,099
11	1,99	1,58	0,41	-0,05	0,002
12	2,72	1,91	0,81	0,35	0,126
13	2,20	1,62	0,58	0,12	0,016
14	2,43	1,60	0,83	0,37	0,140
15	2,45	2,16	0,29	-0,17	0,027
Mittelwert			0,46		
Summe					3,341
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung	s_D =	0,5 mg/m³
geforderte Messunsicherheit σ_0 = 40% x E / 1,96	=	2,0 mg/m³
k_V		0,9761
Prüfung $s_D \leq 1.5 \times \sigma_0 \times k_V$	$s_D \leq$	3,0
Gerät 1 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.		
$t_{0,95\ (N-1)}$		2,1448
Differenzenmittelwert	|D| =	0,5 mg/m³
Prüfung	|D| ≤	2,3
Die Kalibrierfunktion ist gültig.		

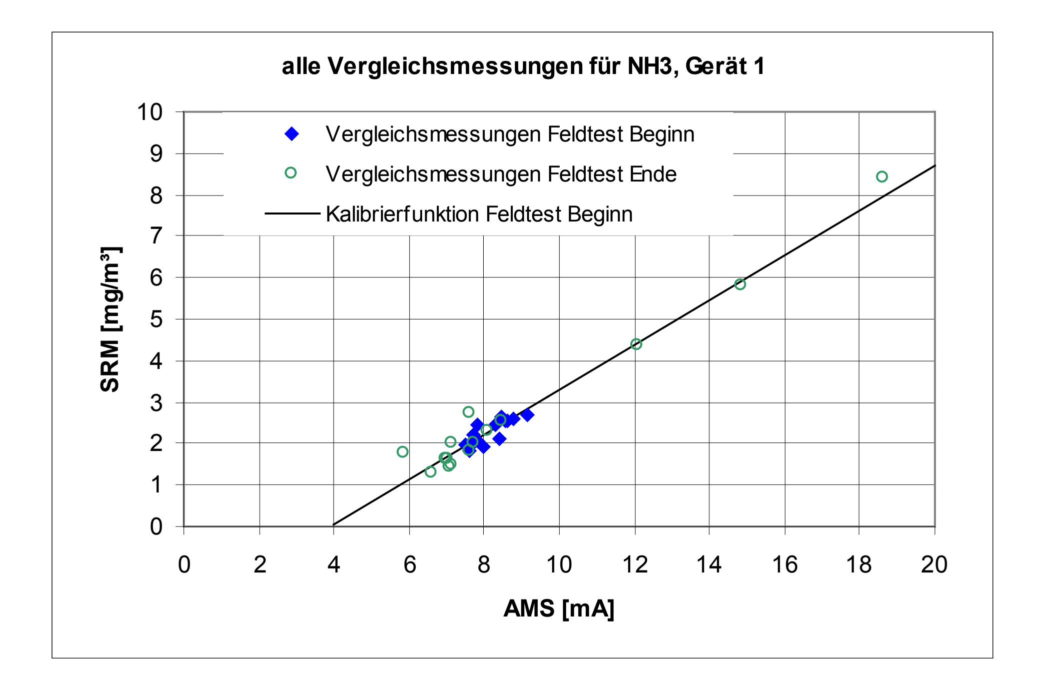


Abbildung 42: Darstellung Ergebnisse beider Vergleichsmessungen, Gerät 1, Komponente NH_3

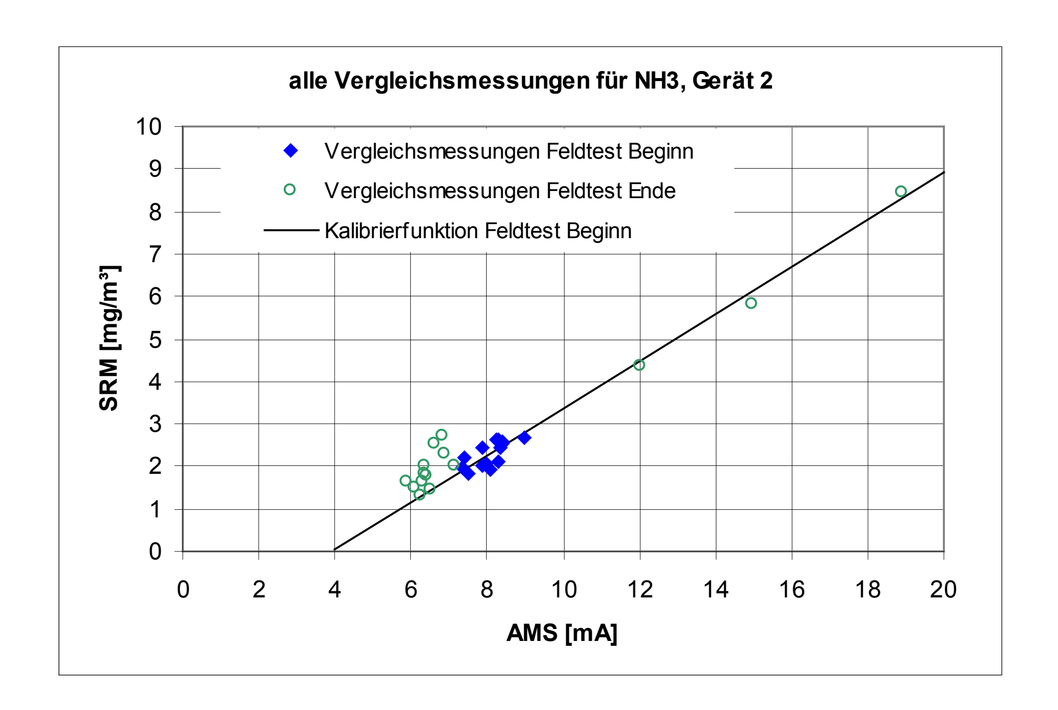


Abbildung 43: Darstellung Ergebnisse beider Vergleichsmessungen, Gerät 2, Komponente NH_3

Tabelle 41: Parameter der 1. Kalibrierung, Gerät 1, Komponente H_2O

LaserGas II im Feldtest: Parameter Gerät 1, 1. Kalibrierung

Komponente	H2O	
Gaszustand Messgerät	nf	
Messbereich	0 - 39,7	Vol.-%
Zertifizierungsbereich	0 - 40	Vol.-%
Rechenmethode *)	Gerade durch alle Punkte	
Steigung b	2,490	Vol.-% / mA
Achsenabschnitt a	-10,064	Vol.-%
Standardabweichung s_D	0,95	Vol.-%
Korrelationskoeffizient R^2	0,9839	
Messbereich (E)	40	Vol.-%
Konfidenzintervall	10	% des Messbereichs
Konfidenzintervall	4	Vol.-%
15 % des Messbereichs	6	Vol.-%
Differenz y_{smax} - y_{smin}	8,0	Vol.-%

*) Differenz ysmax - ysmin ist größer oder gleich 15 % des Messbereichs

Variabilitätsprüfung Gerät 1

Nr	Vergleichs-Verfahren Vol.-% (ntr)	Messwerte AMS Vol.-% (ntr)	Differenz D_i Vol.-%	Differenz $D_i - D_{Mittel}$ Vol.-%	Differenz $(D_i - D_{Mittel})^2$ Vol.-%
1	26,23	24,55	1,68	1,69	2,84
2	24,54	23,23	1,31	1,32	1,73
3	20,53	20,95	-0,42	-0,41	0,17
4	18,47	17,81	0,66	0,67	0,44
5	19,08	18,45	0,63	0,64	0,40
6	18,27	19,52	-1,25	-1,24	1,55
7	18,73	19,30	-0,57	-0,56	0,32
8	21,59	20,85	0,74	0,75	0,56
9	20,29	20,42	-0,13	-0,12	0,02
10	19,72	19,26	0,46	0,47	0,22
11	21,02	21,04	-0,02	-0,01	0,00
12	18,32	20,28	-1,96	-1,95	3,82
13	20,06	20,43	-0,37	-0,36	0,13
14	18,87	19,60	-0,73	-0,72	0,53
15	21,13	21,24	-0,11	-0,10	0,01
Mittelwert			-0,01		
Summe					12,73
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung		s_D =	0,95 Vol.-%
geforderte Messunsicherheit σ_0	= 10% x E / 1,96 =		2,0 Vol.-%
k_V			0,9761
Prüfung	$s_D \leq \sigma_0 \times k_V$	$s_D \leq$	2,0

Gerät 1 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.

Tabelle 42: Parameter der 1. Kalibrierung, Gerät 2, Komponente H_2O

LaserGas II im Feldtest: Parameter Gerät 2, 1. Kalibrierung

Komponente	H2O	
Gaszustand Messgerät	nf	
Messbereich	0 - 39,2	Vol.-%
Zertifizierungsbereich	0 - 40	Vol.-%
Rechenmethode *)	Gerade durch alle Punkte	
Steigung b	2,459	Vol.-% / mA
Achsenabschnitt a	-9,978	Vol.-%
Standardabweichung s_D	0,95	Vol.-%
Korrelationskoeffizient R^2	0,9840	
Messbereich (E)	40	Vol.-%
Konfidenzintervall	10	% des Messbereichs
Konfidenzintervall	4	Vol.-%
15 % des Messbereichs	6	Vol.-%
Differenz y_{smax} - y_{smin}	8,0	Vol.-%

*) Differenz ysmax - ysmin ist größer oder gleich 15 % des Messbereichs

Variabilitätsprüfung Gerät 2

Nr	Vergleichs-Verfahren Vol.-% (ntr)	Messwerte AMS Vol.-% (ntr)	Differenz D_i Vol.-%	Differenz $D_i - D_{Mittel}$ Vol.-%	Differenz $(D_i - D_{Mittel})^2$ Vol.-%
1	26,23	24,57	1,66	1,67	2,79
2	24,54	23,04	1,50	1,51	2,28
3	20,53	20,79	-0,26	-0,25	0,06
4	18,47	18,13	0,34	0,35	0,12
5	19,08	18,77	0,31	0,32	0,10
6	18,27	19,79	-1,52	-1,51	2,28
7	18,73	19,48	-0,75	-0,74	0,55
8	21,59	20,95	0,64	0,65	0,42
9	20,29	20,38	-0,09	-0,08	0,01
10	19,72	19,20	0,52	0,53	0,28
11	21,02	20,96	0,06	0,07	0,00
12	18,32	20,16	-1,84	-1,83	3,35
13	20,06	20,32	-0,26	-0,25	0,06
14	18,87	19,43	-0,56	-0,55	0,30
15	21,13	21,04	0,09	0,10	0,01
Mittelwert			-0,01		
Summe					12,62
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung		s_D =	0,95 Vol.-%
geforderte Messunsicherheit σ_0		= 10% x E / 1,96 =	2,0 Vol.-%
k_V			0,9761
Prüfung	$s_D \leq \sigma_0 \times k_V$	$s_D \leq$	2,0

Gerät 2 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.



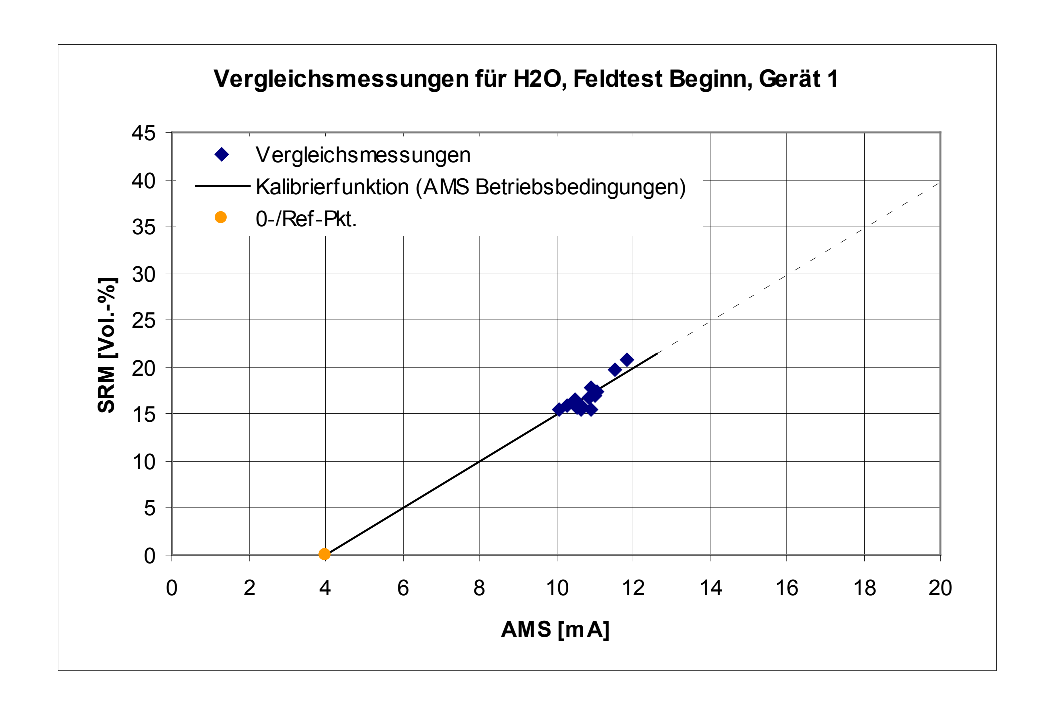


Abbildung 44: Darstellung Ergebnisse der 1. Vergleichsmessung, Gerät 1, Komponente H_2O

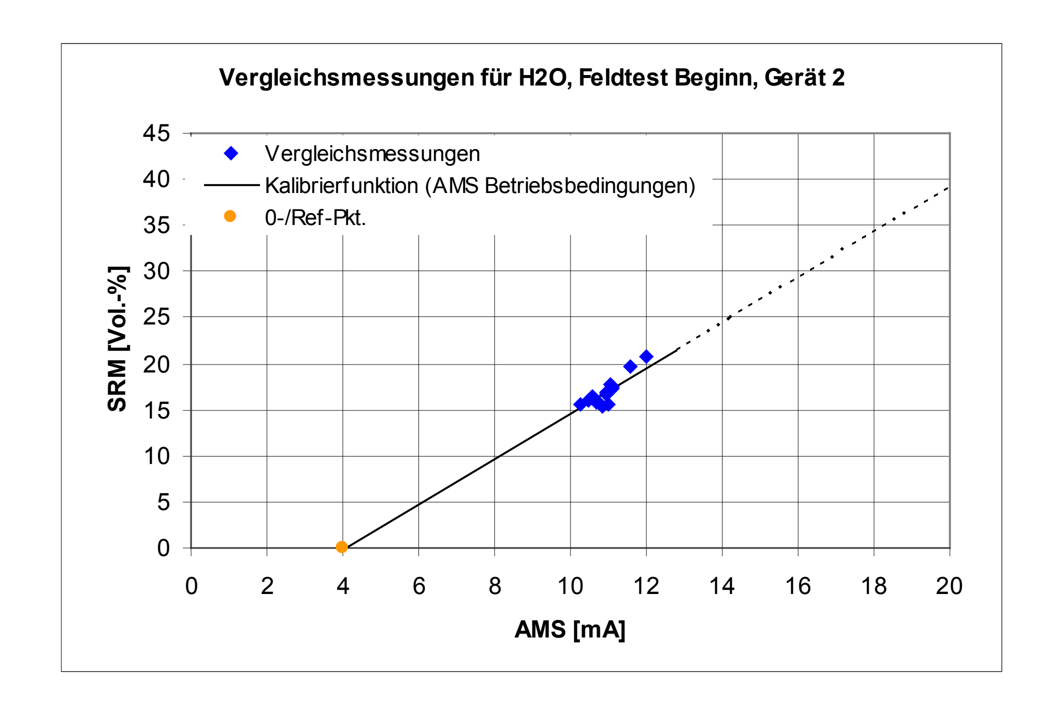


Abbildung 45: Darstellung Ergebnisse der 1. Vergleichsmessung, Gerät 2, Komponente H_2O

Tabelle 43: Parameter der 2. Kalibrierung, Gerät 1, Komponente H_2O

LaserGas II im Feldtest: Parameter Gerät 1, 2. Kalibrierung

Komponente	H2O	
Gaszustand Messgerät	nf	
Messbereich	0 - 40,6	Vol.-%
Zertifizierungsbereich	0 - 40	Vol.-%
Rechenmethode *)	Gerade durch alle Punkte	
Steigung b	2,526	Vol.-% / mA
Achsenabschnitt a	-9,941	Vol.-%
Standardabweichung s_D	0,92	Vol.-%
Korrelationskoeffizient R^2	0,9857	
Messbereich (E)	40	Vol.-%
Konfidenzintervall	10	% des Messbereichs
Konfidenzintervall	4	Vol.-%
15 % des Messbereichs	6	Vol.-%
Differenz y_{smax} - y_{smin}	6,6	Vol.-%

*) Differenz ysmax - ysmin ist größer oder gleich 15 % des Messbereichs

Variabilitätsprüfung Gerät 1

Nr	Vergleichs-Verfahren Vol.-% (ntr)	Messwerte AMS Vol.-% (ntr)	Differenz D_i Vol.-%	Differenz $D_i - D_{Mittel}$ Vol.-%	Differenz $(D_i - D_{Mittel})^2$ Vol.-%
1	24,81	23,82	0,99	0,96	0,928
2	24,11	23,83	0,28	0,25	0,064
3	22,76	24,07	-1,31	-1,34	1,787
4	21,30	22,19	-0,89	-0,92	0,840
5	23,20	23,82	-0,62	-0,65	0,418
6	22,07	22,94	-0,87	-0,90	0,804
7	18,86	20,19	-1,33	-1,36	1,841
8	21,35	19,77	1,58	1,55	2,413
9	20,45	19,62	0,83	0,80	0,645
10	20,40	19,79	0,61	0,58	0,340
11	20,96	20,14	0,82	0,79	0,629
12	18,21	19,03	-0,82	-0,85	0,717
13	20,53	20,27	0,26	0,23	0,054
14	20,33	19,90	0,43	0,40	0,163
15	21,41	20,97	0,44	0,41	0,171
Mittelwert			0,03		
Summe					11,815
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung		s_D =	0,92 Vol.-%
geforderte Messunsicherheit σ_0	= 10% x E / 1,96 =		2,0 Vol.-%
k_V			0,9761
Prüfung	$s_D \leq \sigma_0 \times k_V$	$s_D \leq$	2,0

Gerät 1 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.

Tabelle 44: Parameter der 2. Kalibrierung, Gerät 2, Komponente H_2O

LaserGas II im Feldtest: Parameter Gerät 2, 2. Kalibrierung

Komponente	H2O	
Gaszustand Messgerät	nf	
Messbereich	0 - 39,6	Vol.-%
Zertifizierungsbereich	0 - 40	Vol.-%
Rechenmethode *)	Gerade durch alle Punkte	
Steigung b	2,469	Vol.-% / mA
Achsenabschnitt a	-9,774	Vol.-%
Standardabweichung s_D	0,85	Vol.-%
Korrelationskoeffizient R^2	0,9879	
Messbereich (E)	40	Vol.-%
Konfidenzintervall	10	% des Messbereichs
Konfidenzintervall	4	Vol.-%
15 % des Messbereichs	6	Vol.-%
Differenz y_{smax} - y_{smin}	6,6	Vol.-%

*) Differenz ysmax - ysmin ist größer oder gleich 15 % des Messbereichs

Variabilitätsprüfung Gerät 2

Nr	Vergleichs-Verfahren Vol.-% (ntr)	Messwerte AMS Vol.-% (ntr)	Differenz D_i Vol.-%	Differenz $D_i - D_{Mittel}$ Vol.-%	Differenz $(D_i - D_{Mittel})^2$ Vol.-%
1	24,81	23,79	1,02	1,00	1,004
2	24,11	23,80	0,31	0,29	0,085
3	22,76	23,91	-1,15	-1,17	1,364
4	21,30	21,90	-0,60	-0,62	0,382
5	23,20	23,62	-0,42	-0,44	0,192
6	22,07	22,95	-0,88	-0,90	0,806
7	18,86	20,23	-1,37	-1,39	1,927
8	21,35	19,94	1,41	1,39	1,938
9	20,45	19,78	0,67	0,65	0,425
10	20,40	19,96	0,44	0,42	0,178
11	20,96	20,26	0,70	0,68	0,465
12	18,21	19,14	-0,93	-0,95	0,899
13	20,53	20,27	0,26	0,24	0,059
14	20,33	19,91	0,42	0,40	0,162
15	21,41	21,02	0,39	0,37	0,138
Mittelwert			0,02		
Summe					10,023
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung		s_D =	0,85 Vol.-%
geforderte Messunsicherheit σ_0	= 10% x E / 1,96 =		2,0 Vol.-%
k_V			0,9761
Prüfung	$s_D \leq \sigma_0 \times k_V$	$s_D \leq$	2,0

Gerät 2 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.

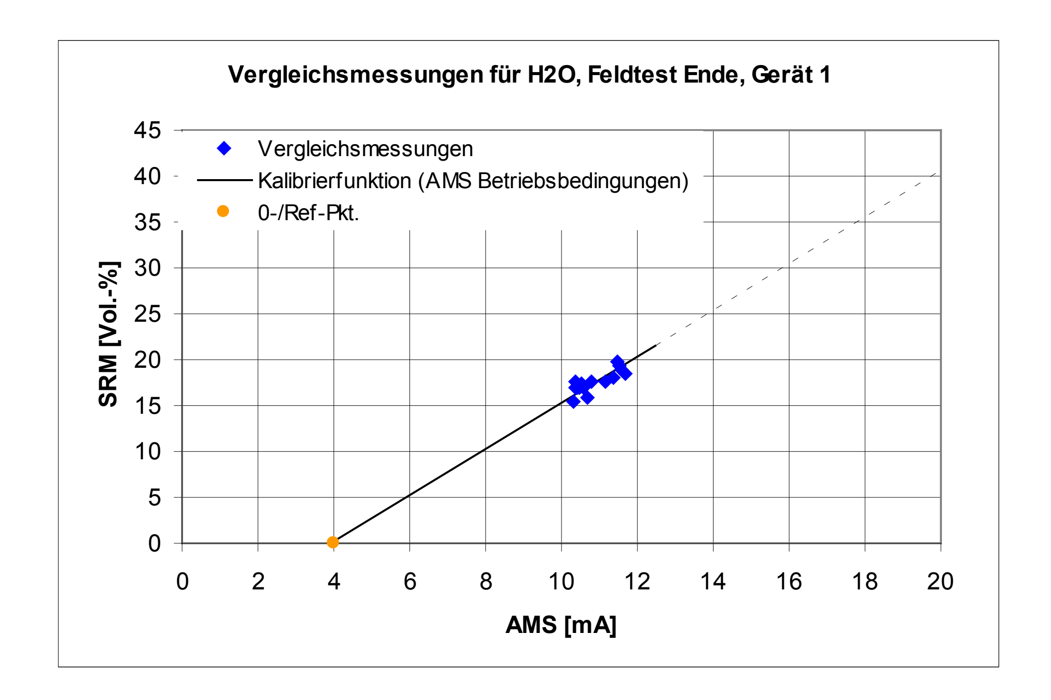


Abbildung 46: Darstellung Ergebnisse der 2. Vergleichsmessung, Gerät 1, Komponente H_2O

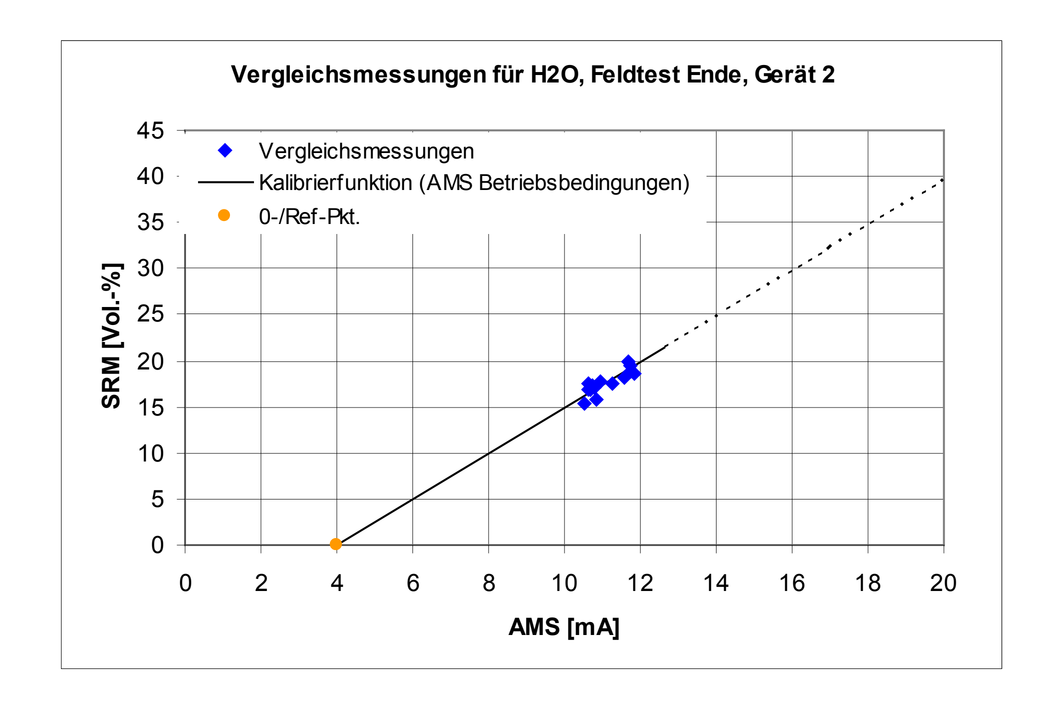


Abbildung 47: Darstellung Ergebnisse der 2. Vergleichsmessung, Gerät 2, Komponente H_2O



Tabelle 45: Variabilitätsprüfung, Gerät 1, Komponente H_2O

Variabilitätsprüfung Gerät 1 für H2O:
2. Kalibrierung als Funktionsprüfung

Nr	Vergleichs-Verfahren Vol.-% (ntr)	Gerät 1 Vol.-% (ntr)	Differenz D_i Vol.-% (ntr)	Differenz $D_i - D_{Mittel}$ Vol.-% (ntr)	Differenz $(D_i - D_{Mittel})^2$ Vol.-% (ntr)
1	24,81	23,15	1,66	1,01	1,019
2	24,11	23,17	0,94	0,29	0,084
3	22,76	23,40	-0,64	-1,29	1,666
4	21,30	21,55	-0,25	-0,90	0,811
5	23,20	23,15	0,05	-0,60	0,361
6	22,07	22,30	-0,23	-0,88	0,776
7	18,86	19,59	-0,73	-1,38	1,906
8	21,35	19,16	2,19	1,54	2,370
9	20,45	19,02	1,43	0,78	0,607
10	20,40	19,19	1,21	0,56	0,313
11	20,96	19,54	1,42	0,77	0,592
12	18,21	18,45	-0,24	-0,89	0,793
13	20,53	19,67	0,86	0,21	0,044
14	20,33	19,30	1,03	0,38	0,144
15	21,41	20,35	1,06	0,41	0,168
Mittelwert			0,65		
Summe					11,652
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung		s_D =	0,9 Vol.-%
geforderte Messunsicherheit σ_0	= 10% x E / 1,96	=	2,0 Vol.-%
k_V			0,9761
Prüfung	$s_D \leq 1,5 \times \sigma_0 \times k_V$	$s_D \leq$	3,0
Gerät 1 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.			
$t_{0,95\ (N-1)}$			2,1448
Differenzenmittelwert		$\lvert D \rvert$ =	0,7 Vol.-%
Prüfung		$\lvert D \rvert \leq$	2,5
Die Kalibrierfunktion ist gültig			

Tabelle 46: Variabilitätsprüfung, Gerät 2

Variabilitätsprüfung Gerät 2 für H2O:
2. Kalibrierung als Funktionsprüfung

Nr	Vergleichs-Verfahren Vol.-% (ntr)	Gerät 2 Vol.-% (ntr)	Differenz D_i Vol.-% (ntr)	Differenz $D_i - D_{Mittel}$ Vol.-% (ntr)	Differenz $(D_i - D_{Mittel})^2$ Vol.-% (ntr)
1	24,81	23,38	1,43	1,02	1,050
2	24,11	23,40	0,71	0,30	0,093
3	22,76	23,51	-0,75	-1,16	1,335
4	21,30	21,51	-0,21	-0,62	0,379
5	23,20	23,22	-0,02	-0,43	0,181
6	22,07	22,55	-0,48	-0,89	0,784
7	18,86	19,85	-0,99	-1,40	1,947
8	21,35	19,56	1,79	1,38	1,917
9	20,45	19,40	1,05	0,64	0,416
10	20,40	19,58	0,82	0,41	0,172
11	20,96	19,88	1,08	0,67	0,455
12	18,21	18,77	-0,56	-0,97	0,932
13	20,53	19,89	0,64	0,23	0,055
14	20,33	19,53	0,80	0,39	0,156
15	21,41	20,64	0,77	0,36	0,133
Mittelwert			0,41		
Summe					10,004
Anzahl Messungen					15

Standardabweichung		s_D =	0,8 Vol.-%
geforderte Messunsicherheit σ_0	= 10% x E / 1,96	=	2,0 Vol.-%
k_V			0,9761
Prüfung	$s_D \leq 1,5 \times \sigma_0 \times k_V$	$s_D \leq$	3,0
Gerät 2 hat die Variabilitätsprüfung bestanden.			
$t_{0,95\ (N-1)}$			2,1448
Differenzenmittelwert		$\lvert D \rvert$ =	0,4 Vol.-%
Prüfung		$\lvert D \rvert \leq$	2,5
Die Kalibrierfunktion ist gültig			



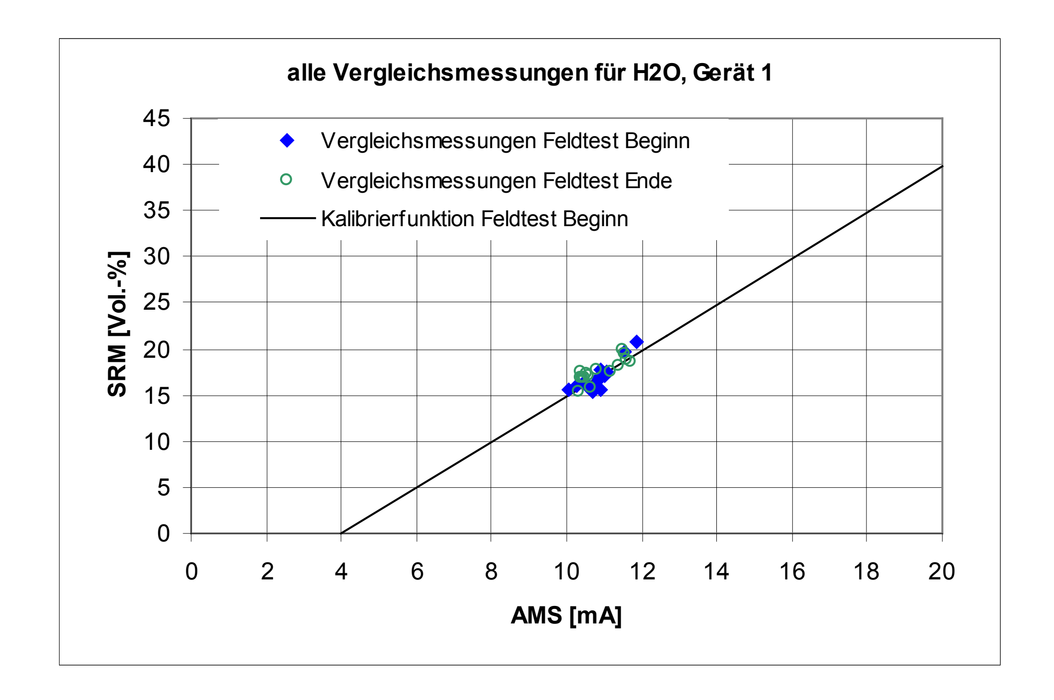


Abbildung 48: Darstellung Ergebnisse beider Vergleichsmessungen, Gerät 1, Komponente H_2O

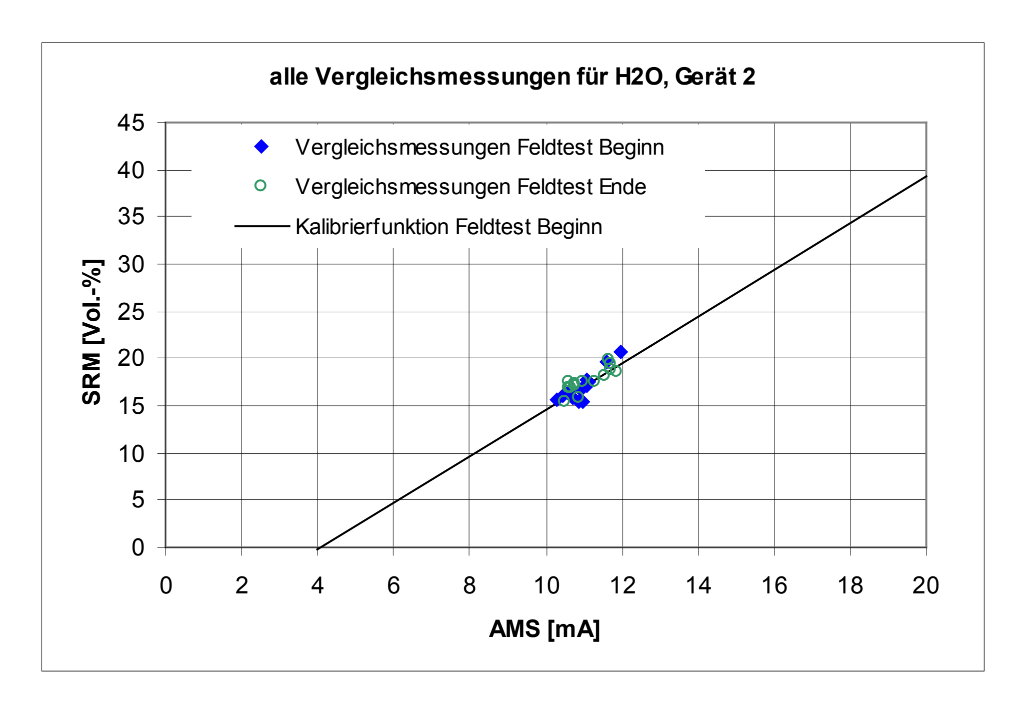


Abbildung 49: Darstellung Ergebnisse beider Vergleichsmessungen, Gerät 2, Komponente H_2O

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Einzeldaten der Messungen sind im Anhang dargestellt.

6c.2 [7.2 Einstellzeit im Feldtest]

Die automatische Messeinrichtung muss die für den Labortest festgelegte Mindestanforderung an die Einstellzeit einhalten.
Die Prüfung ist mindestens einmal zu Beginn und einmal am Ende des Feldtests durchzuführen.

Gerätetechnische Ausstattung

Die Prüfung erfolgte mittels eines Hovacal-Prüfgasgenerators und eines beheizten Messpfads mit aktiver Messpfadlänge von 0,513 m. Darüber hinaus wurde die Einstellzeit für die Komponente NH_3 mittels eines unbeheizten Messpfads mit aktiver Messpfadlänge von 0,712 m und Prüfgasen aus Druckgasbehälter überprüft.

Durchführung der Prüfung

Die Einstellzeit wurde mit Prüfgas für den Anstieg auf 90 % und für den Abfall auf 10 % des Referenzpunktes ermittelt (vgl. Abbildung 10). Die Prüfung wurde mit feuchten Prüfgasen für die Komponenten H_2O und NH_3 durchgeführt.

Die Wartungs- und Nullpunktsignale wurden aktiviert. Danach wurde die beheizte Messzelle mit Prüfgas begast. Das System wurde dann wieder in dem Messungsmodus eingestellt und das Nullpunktsignal deaktiviert. Somit konnte die Einstellzeit ermittelt werden.

Der komplette Testzyklus wurde vier Mal durchgeführt. Zwischen den Zyklen wurde eine Verzögerungszeit im Abstand vom vierfachen der Einstellzeit oder mindestens zehn Minuten eingestellt. Die Prüfung wurde im Rahmen der Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung LaserGas II mit dieser Geräteversion durchgeführt.

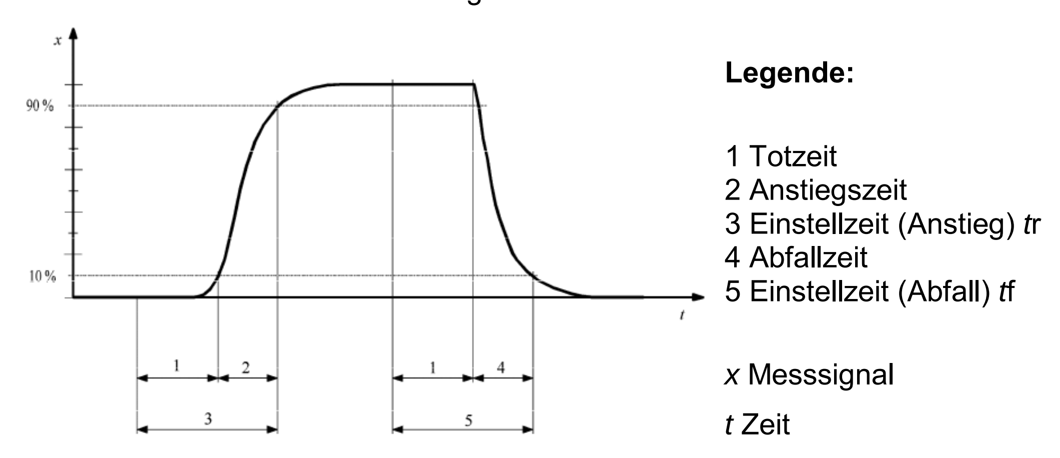


Abbildung 50: Schematische Darstellung der Prüfung der Einstellzeit

Auswertung

Der Mittelwert der Einstellzeiten im Anstiegsmodus und der Mittelwert der Einstellzeiten im Abfallmodus werden berechnet. Der größere der beiden Mittelwerte der Einstellzeiten im Anstiegsmodus und im Abfallmodus wird als Einstellzeit der AMS verwendet.

Die relative Differenz der Einstellzeiten wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$t_d = \left| \frac{t_r - t_f}{t_r} \right|$$

Dabei ist
t_d die relative Differenz zwischen den Einstellzeiten des Anstieg- und Abfallmodus;
t_r die im Anstiegmodus ermittelte Einstellzeit;
t_f die im Abfallmodus ermittelte Einstellzeit.



Bewertung

Es ergab sich im Feldtest mit feuchtem Prüfgas eine Einstellzeit von < 2 s für die Messeinrichtung.

Damit werden die Bedingungen der Mindestanforderung erfüllt.

Tabelle 47: Einstellzeiten für NH_3 zu Beginn des Feldtests

NH_3, feucht	Gerät 1	Gerät 2
t_{90} für den Anstieg	t_r = < 2 sec	t_r = < 2 sec
t_{90} für den Abfall	t_f = < 2 sec	t_f = < 2 sec
rel. Differenz der t_{90}	t_d = 0,0 %	t_d = 0,0 %
Einstellzeit	t_{90} = < 2 sec	$t_{90\%}$ = < 2 sec

Tabelle 48: Einstellzeiten für NH_3 am Ende des Feldtests

NH_3, feucht	Gerät 1	Gerät 2
t_{90} für den Anstieg	t_r = < 2 sec	t_r = < 2 sec
t_{90} für den Abfall	t_f = < 2 sec	t_f = < 2 sec
rel. Differenz der t_{90}	t_d = 0,0 %	t_d = 0,0 %
Einstellzeit	t_{90} = < 2 sec	$t_{90\%}$ = < 2 sec

Tabelle 49: Einstellzeiten für H_2O zu Beginn des Feldtests

NH_3, feucht	Gerät 1	Gerät 2
t_{90} für den Anstieg	t_r = < 2 sec	t_r = < 2 sec
t_{90} für den Abfall	t_f = < 2 sec	t_f = < 2 sec
rel. Differenz der t_{90}	t_d = 0,0 %	t_d = 0,0 %
Einstellzeit	t_{90} = < 2 sec	$t_{90\%}$ = < 2 sec

Tabelle 50: Einstellzeiten für H_2O am Ende des Feldtests

NH_3, feucht	Gerät 1	Gerät 2
t_{90} für den Anstieg	t_r = < 2 sec	t_r = < 2 sec
t_{90} für den Abfall	t_f = < 2 sec	t_f = < 2 sec
rel. Differenz der t_{90}	t_d = 0,0 %	t_d = 0,0 %
Einstellzeit	t_{90} = < 2 sec	$t_{90\%}$ = < 2 sec

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Ergebnisse zu der Prüfung der Einstellzeit im Feldtest auf dem beheizten Messpfad werden in Tabelle 47 bis Tabelle 50 dargestellt.

6c.3 [7.3 Lack-of-fit im Feldtest]

Die AMS muss die für den Labortest festgelegte Mindestanforderung an den Lack-of-fit einhalten.
Der Lack-of-fit ist mindestens zweimal während des Feldtests zu ermitteln.

Gerätetechnische Ausstattung

Die Prüfung wurde mittels eines Hovacal-Gasgenerators und eines beheizten Messpfads mit aktiver Messpfadlänge von 0,513 m durchgeführt. Dazu wurde der Lack-of-fit mittels eines unbeheizten Messpfades mit aktiver Messpfadlänge von 0,712 m und Prüfgasen aus Druckgasbehälter getestet.

Durchführung der Prüfung

Die benötigten Referenzmaterialien wurden mit Hilfe eines kalibrierten Verdünnungssystems erzeugt. Die Prüfgaskonzentrationen wurden so gewählt, dass die Messwerte gleichmäßig über den Zertifizierungsbereich verteilt waren. Die Prüfgase wurden an der Sonde der AMS aufgegeben.

Die Referenzmaterialien mit den ungefähren Konzentrationen der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches wurden in folgender Reihenfolge aufgegeben:

0 % → 70 % → 40 % → 0 % → 60 % → 10 % → 30 % → 90 % → 0 %.

Durch Verwendung dieser Reihenfolge wurden Hystereseeffekte vermieden.

Nach jedem Wechsel der Konzentration wurden die Messsignale der AMS nach einer Wartezeit, entsprechend der vierfachen Einstellzeit, durch drei aufeinander folgende einzelne Ablesungen im Abstand von jeweils der einfachen Einstellzeit ermittelt. Die Werte wurden jeweils über eine Einstellzeit gemittelt. Die Prüfung wurde im Rahmen der Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung LaserGas II mit dieser Geräteversion durchgeführt.

Auswertung

Die Bestimmung des Zusammenhangs zwischen den Werten der AMS und den Werten der Referenzmaterialien wurde entsprechend Anhang C der DIN EN 15267-3 durchgeführt. Hierzu wurde mit den Werten der AMS (x-Werte) und den Werten des Referenzmaterials (c-Werte) eine Regressionsrechnung durchgeführt. Anschließend wurden die Mittelwerte der Geräteanzeigen der AMS für jede Konzentrationsstufe und der Abstand (Residuum) dieser Mittelwerte zur Regressionsgerade berechnet.

Bewertung

Die relativen Residuen liegen bei maximal -1,40 % des Zertifizierungsbereichs für NH_3 und 1,5 % für H_2O.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Für die Unsicherheitsberechnung in Kapitel 6d wurde der Wert in folgenden Tabellen eingesetzt.



Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Tabelle 51: Lack-of-fit zu Beginn des Feldtests, Komponente NH_3 (0 – 10 mg/m^3), LaserGas II, Gerät 1

Gerät 1			
Sollwert mg/m³	Messwert mg/m³	Regression mg/m³	$d_{c,rel}$ %
0,00	0,01	0,01	0,0
6,99	7,03	6,94	0,9
4,03	4,03	4,00	0,3
0,00	0,01	0,01	0,0
6,20	6,28	6,15	1,2
0,95	0,92	0,95	-0,3
3,40	3,28	3,38	-1,0
9,21	9,01	9,14	-1,3
0,00	0,01	0,01	0,0
maximaler Wert		**$d_{c,rel}$**	**-1,3**

Tabelle 52: Lack-of-fit zu Beginn des Feldtests, Komponente NH_3 (0 – 10 mg/m^3), LaserGas II, Gerät 2

Gerät 2			
Sollwert mg/m³	Messwert mg/m³	Regression mg/m³	$d_{c,rel}$ %
0,00	0,01	0,02	-0,1
7,10	6,82	6,96	-1,4
3,90	3,94	3,83	1,1
0,00	0,00	0,02	-0,1
6,00	5,94	5,88	0,6
1,00	1,06	1,00	0,7
3,00	2,85	2,95	-1,0
9,20	9,06	9,01	0,5
0,00	0,00	0,02	-0,2
maximaler Wert		**$d_{c,rel}$**	**-1,4**

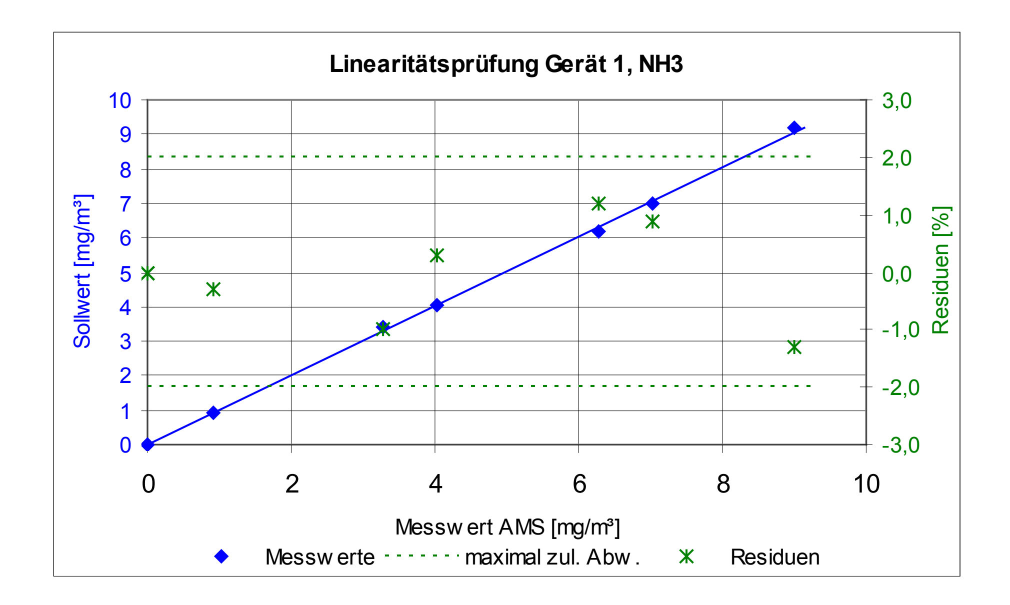


Abbildung 51: Linearität von Gerät 1, Komponente NH_3 (0 – 10 mg/m^3), LaserGas II, Beginn des Feldtest

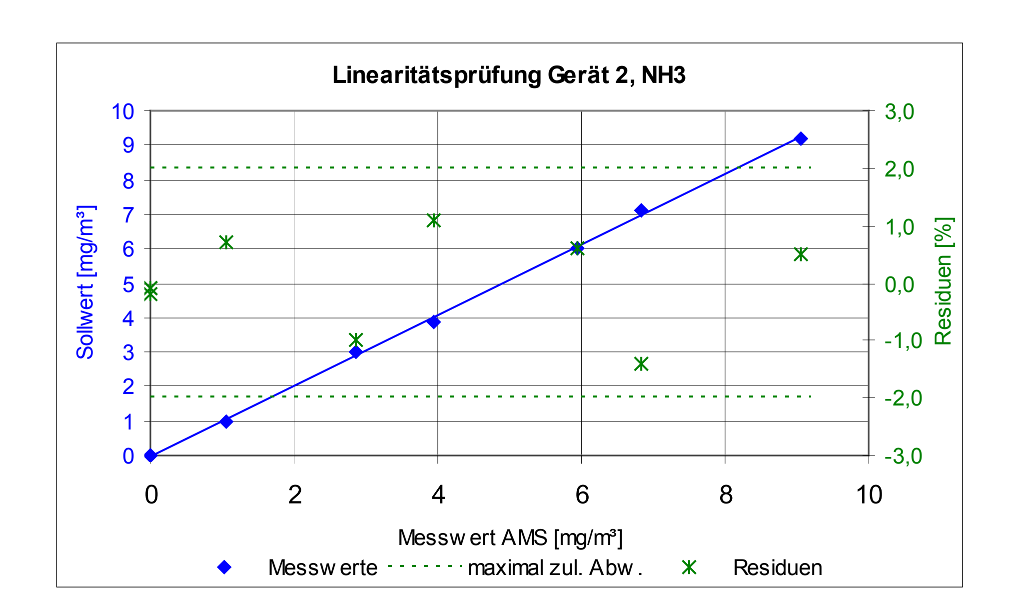


Abbildung 52: Linearität von Gerät 2, Komponente NH_3 (0 – 10 mg/m^3), LaserGas II, Beginn des Feldtest



Tabelle 53: Lack-of-fit am Ende des Feldtests, Komponente NH_3 (0 – 10 mg/m^3), LaserGas II, Gerät 1

Gerät 1			
Sollwert mg/m³	Messwert mg/m³	Regression mg/m³	$d_{c,rel}$ %
0,00	0,01	-0,02	0,3
7,10	7,15	7,15	0,1
4,03	3,98	4,05	-0,7
0,00	0,00	-0,02	0,2
6,00	6,12	6,04	0,8
0,95	0,92	0,94	-0,2
3,20	3,13	3,21	-0,8
9,10	9,17	9,17	0,1
0,00	0,01	-0,02	0,3
maximaler Wert		**$d_{c,rel}$**	**0,8**

Tabelle 54: Lack-of-fit am Ende des Feldtests, Komponente NH_3 (0 – 10 mg/m^3), LaserGas II, Gerät 2

Gerät 2			
Sollwert mg/m³	Messwert mg/m³	Regression mg/m³	$d_{c,rel}$ %
0,00	0,00	0,01	-0,1
7,10	7,09	7,05	0,3
4,00	4,05	3,98	0,7
0,00	0,00	0,01	-0,1
6,10	6,02	6,06	-0,4
1,00	1,06	1,00	0,6
3,00	2,90	2,99	-0,9
9,10	9,03	9,04	-0,1
0,00	0,00	0,01	-0,1
maximaler Wert		**$d_{c,rel}$**	**-0,9**

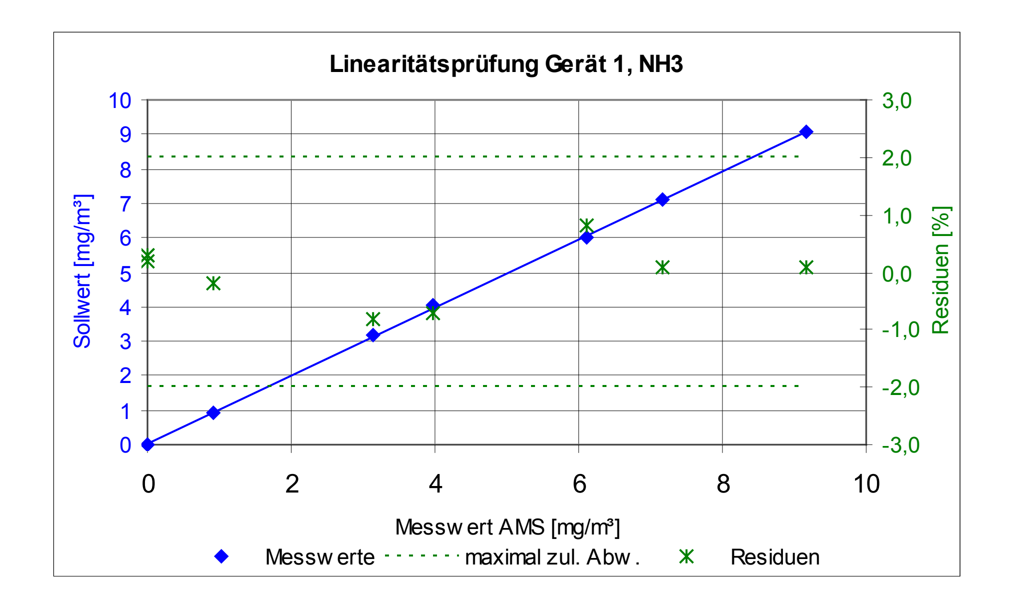


Abbildung 53: Linearität von Gerät 1, Komponente NH_3 (0 – 10 mg/m^3), LaserGas II, Ende des Feldtest

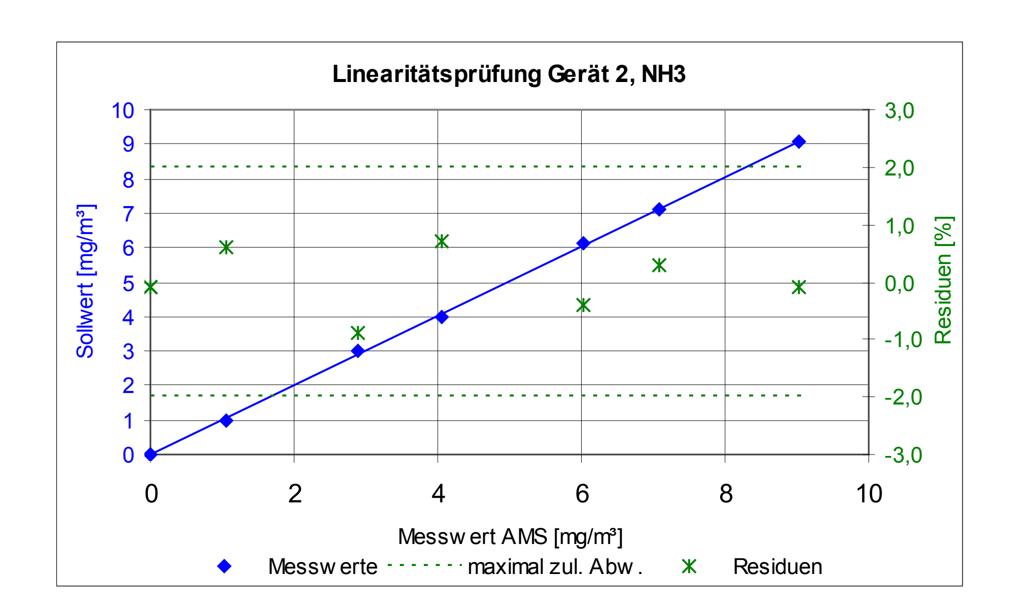


Abbildung 54: Linearität von Gerät 2, Komponente NH_3 (0 – 10 mg/m^3), LaserGas II, Ende des Feldtest



Tabelle 55: Lack-of-fit zu Beginn des Feldtests, Komponente H_2O (0 – 40 Vol.-%), LaserGas II, Gerät 1

Gerät 1			
Sollwert Vol.-%	Messwert Vol.-%	Regression Vol.-%	$d_{c,rel}$ %
0,00	0,02	0,10	-0,2
30,2	29,6	30,0	-0,9
15,5	15,8	15,4	1,0
0,00	0,06	0,10	-0,1
24,2	24,1	24,1	0,2
4,70	4,54	4,75	-0,5
12,0	12,3	12,0	0,7
36,5	36,3	36,2	0,1
0,00	0,03	0,10	-0,2
maximaler Wert		$d_{c,rel}$	**1,0**

Tabelle 56: Lack-of-fit zu Beginn des Feldtests, Komponente H_2O (0 – 40 Vol.-%), LaserGas II, Gerät 2

Gerät 2			
Sollwert Vol.-%	Messwert Vol.-%	Regression Vol.-%	$d_{c,rel}$ %
0,00	0,04	0,00	0,1
28,2	28,1	28,0	0,2
16,3	16,1	16,2	-0,3
0,00	0,02	0,00	0,1
24,6	24,2	24,5	-0,6
4,70	4,38	4,68	-0,7
11,7	12,1	11,6	1,1
36,4	36,3	36,2	0,2
0,00	0,04	0,00	0,1
maximaler Wert		$d_{c,rel}$	**1,1**

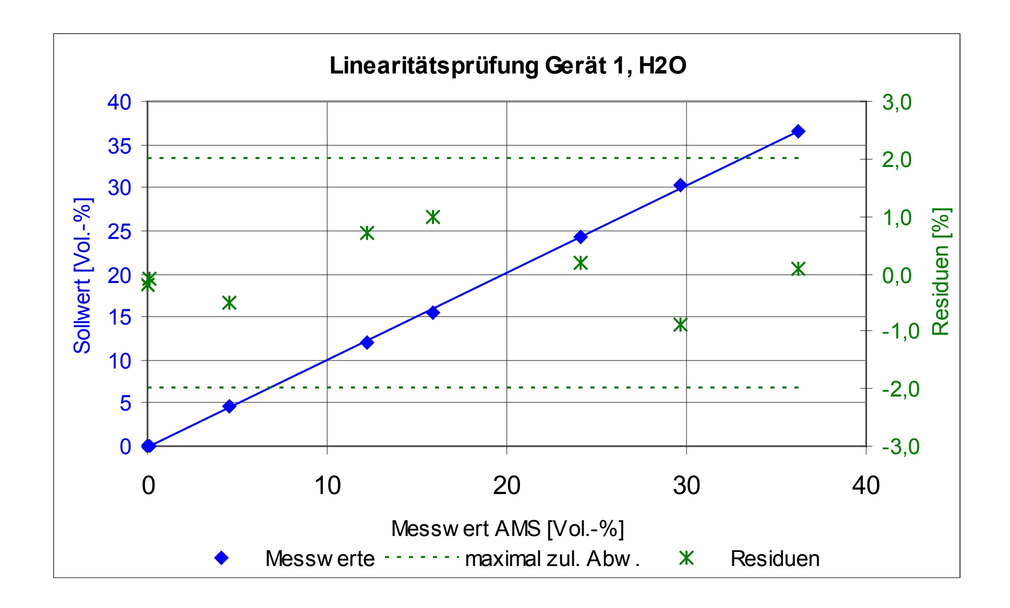


Abbildung 55: Linearität von Gerät 1, Komponente H_2O (0 – 40 Vol.-%), LaserGas II, Beginn des Feldtest

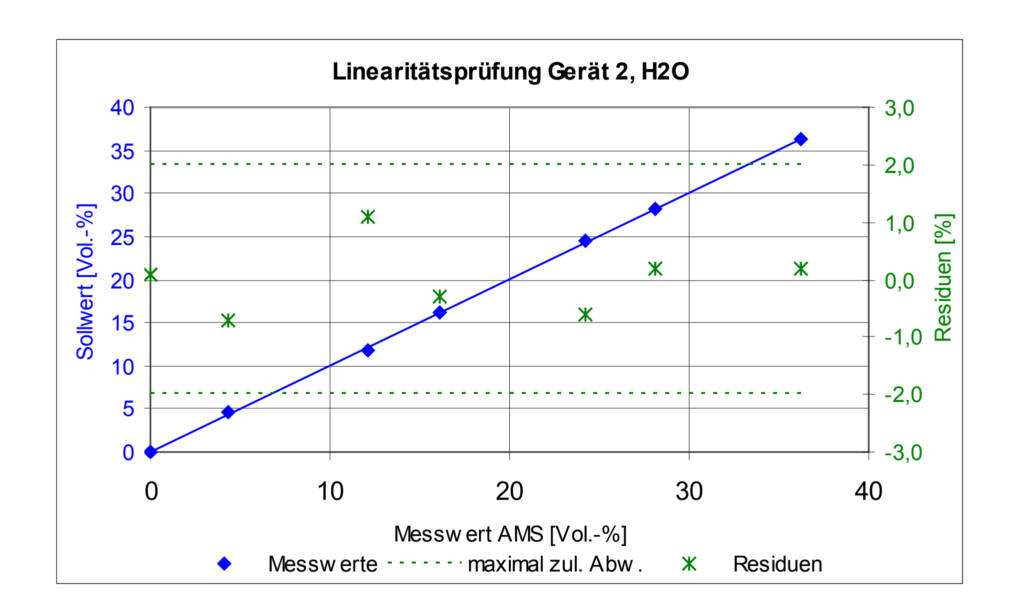


Abbildung 56: Linearität von Gerät 2, Komponente H_2O (0 – 40 Vol.-%), LaserGas II, Beginn des Feldtest



Tabelle 57: Lack-of-fit am Ende des Feldtests, Komponente H_2O (0 – 40 Vol.-%), LaserGas II, Gerät 1

Gerät 1			
Sollwert Vol.-%	Messwert Vol.-%	Regression Vol.-%	$d_{c,rel}$ %
0,00	0,02	-0,13	0,4
28,4	29,1	28,5	1,5
16,3	15,9	16,3	-1,0
0,00	0,06	-0,13	0,5
24,5	24,1	24,6	-1,0
4,50	4,33	4,40	-0,2
12,6	12,3	12,6	-0,8
35,7	36,0	35,8	0,3
0,00	0,03	-0,13	0,4
maximaler Wert		**$d_{c,rel}$**	**1,5**

Tabelle 58: Lack-of-fit am Ende des Feldtests, Komponente H_2O (0 – 40 Vol.-%), LaserGas II, Gerät 2

Gerät 2			
Sollwert Vol.-%	Messwert Vol.-%	Regression Vol.-%	$d_{c,rel}$ %
0,00	0,04	-0,06	0,2
18,4	18,1	18,4	-0,8
15,6	15,3	15,6	-0,9
0,00	0,02	-0,06	0,2
23,5	23,9	23,6	0,7
4,30	4,52	4,27	0,6
12,5	12,1	12,5	-0,9
35,4	35,8	35,5	0,6
0,00	0,04	-0,06	0,2
maximaler Wert		**$d_{c,rel}$**	**-0,9**

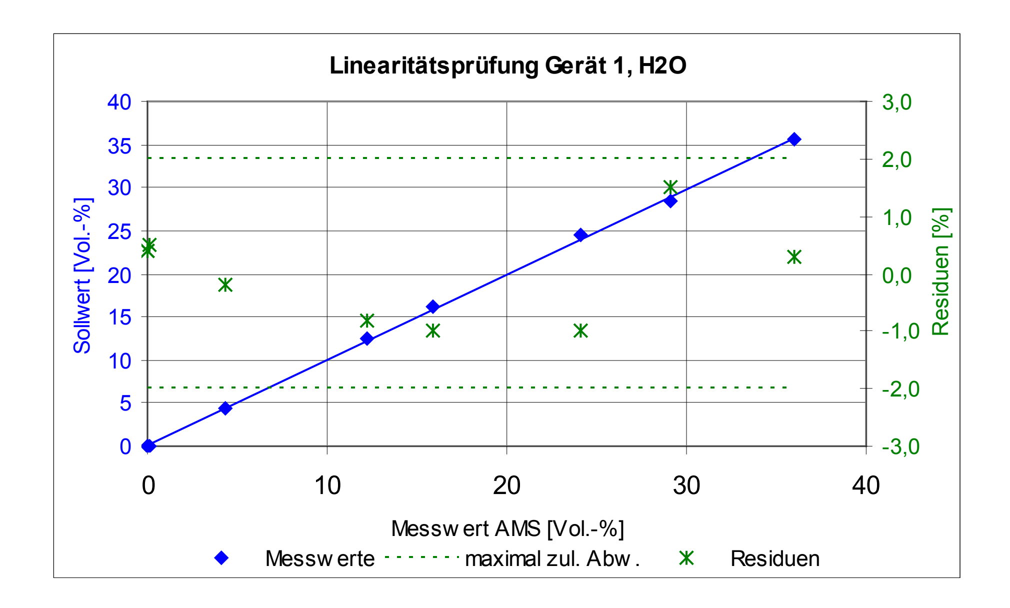


Abbildung 57: Linearität von Gerät 1, Komponente H_2O (0 – 40 Vol.-%), LaserGas II, Ende des Feldtest

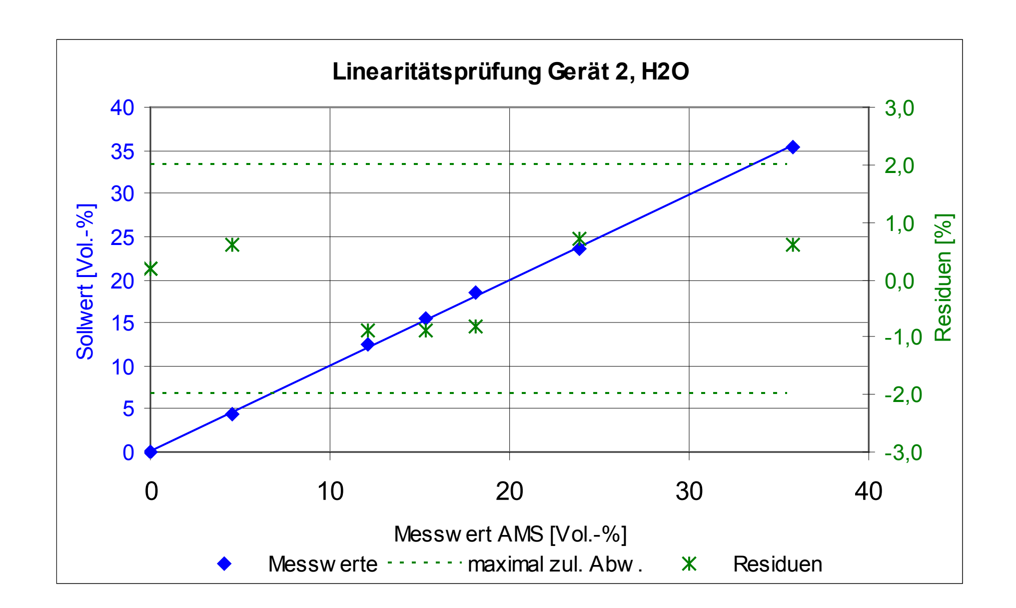


Abbildung 58: Linearität von Gerät 2, Komponente H_2O (0 – 40 Vol.-%), LaserGas II, Ende des Feldtest



6c.4 [7.4 Wartungsintervall]

Das Prüflaboratorium muss feststellen, welche Wartungsarbeiten für die einwandfreie Funktion der Messeinrichtung erforderlich sind und in welchen Zeitabständen diese Arbeiten durchzuführen sind. Die Empfehlungen des Geräteherstellers sollten dabei berücksichtigt werden.
Das Wartungsintervall muss mindestens 8 Tage betragen.

Gerätetechnische Ausstattung

Die zu prüfende Messeinrichtung und ein Datenerfassungssystem des Typs Yokogawa DX 112-3-2.

Durchführung der Prüfung

Das Wartungsintervall wurde anhand des Driftverhaltens bestimmt. Zu Beginn des Feldtests wurden die AMS mit Null- und Prüfgas eingestellt. Während des Feldtests wurden Null- und Referenzpunkt regelmäßig überprüft.

Bei der Bestimmung des Wartungsintervalls wurden folgende Faktoren berücksichtigt: Betriebsverhalten der Messeinrichtung, Wartungsvorschriften des Herstellers und die Überprüfung der periodischen Null- und Prüfgasaufgaben in regelmäßigen Intervallen. Die Prüfung wurde im Rahmen der Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung LaserGas II mit dieser Geräteversion durchgeführt.

Auswertung

Zur Bestimmung des Wartungsintervalls wurden die Daten der regelmäßigen Prüfgasaufgabe mit den Einstellungen zu Beginn des Feldtests verglichen und die Abweichungen bestimmt. Des Weiteren wurden das Betriebsverhalten der Messeinrichtung sowie die Wartungsvorschriften ausgewertet.

Bewertung

Das Wartungsintervall beträgt 6 Monate.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Im folgenden Kapitel sind die Ergebnisse der regelmäßigen Prüfgasaufgaben während des Feldtests dargestellt.

6c.5 [7.5 Nullpunkt- und Referenzpunktdrift]

Die automatische Messeinrichtung muss die festgelegten Mindestanforderungen an die zeitliche Änderung des Null- und Referenzpunktes einhalten.
Prüfstandards (beispielsweise Prüfgase) zur Kontrolle des Referenzpunktes müssen so gewählt werden, dass durch die Prüfstandards ein Messsignal zwischen 70 % und 90 % des Zertifizierungsbereiches erzeugt wird.
Die Drift im Wartungsintervall für Null- und Referenzpunkt darf 3,0 % vom Zertifizierungsbereichsendwert und für O_2 von 0,2 Vol.-% nicht überschreiten.

Gerätetechnische Ausstattung

Ein Hovacal-Gasgenerator und ein beheizter Messpfad mit aktiver Messpfadlänge von 0,513 m wurden für die Bestimmung von Nullpunkt- und Referenzpunktdrift benutzt. Der Gasgenerator wurde mit Stickstoff aus Druckgasbehälter betrieben. Ausgangssignale wurden mit dem von Yokogawa hergestellten DX 112-3-2 Datenerfassungssystem aufgenommen.

Die Null- und Referenzpunkte wurden für die Komponente NH_3 von der internen Kontrolleinheit überprüft.

Des Weiteren wurden die Null- und Referenzpunkte für die Komponente NH_3 mittels einer unbeheizten Prüfgaszelle mit aktiver Messpfadlänge von 0,712 m getestet.

Durchführung der Prüfung

Die Überprüfung wurde mit den zwei baugleichen Messeinrichtungen im Rahmen des Feldtests im kleinsten geprüften Messbereich durchgeführt.

Um das Driftverhalten festzustellen, wurden die Null- und Referenzpunkte mittels Aufgabe von Referenzgase zu Beginn des Feldtests eingestellt und regelmäßig überprüft.

Die Lage von Null- und Referenzpunkt wurde während des Feldtests 22 Mal manuell überprüft. Dazu wurden die Null- und Referenzpunkte von der internen Kontrolleinheit überprüft. Die Prüfung wurde im Rahmen der Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung LaserGas II mit dieser Geräteversion durchgeführt.

Auswertung

Die AMS wurde so eingestellt, dass alle Messkanäle getestet werden konnten. Die Abweichungen vom Messbereichsendwert lagen bei maximal -1,3 % für alle Messkanäle während des Feldtests. Die Nullpunkt- und Referenzpunktdrifte lagen, bei allen Messkanälen, unter -1,3 % vom Messbereichsendwert. Zusätzliche Driftprüfungen für die Komponente NH_3, die mit dem unbeheizten Messpfad durchgeführt wurden, ergaben Drifte, die 1,3 % des Messbereichsendwert nicht überschreiten.

Bewertung

Die Nullpunkt- und Referenzpunktdrifte lagen über den gesamten Zeitraum unterhalb von -1,3 %.

Damit ist die Mindestanforderung erfüllt.

Für die Unsicherheitsberechnung in Kapitel 6d wird der Wert von 1,3 % für die Nullpunkt- und Referenzpunktdrift eingesetzt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Ergebnisse zur Prüfung der Nullpunkt- und Referenzpunktdrift sind in Tabelle 59 bis Tabelle 68 dargestellt.



Tabelle 59: Feldtestdrift mit feuchtem Prüfgas aus dem Hovacal-Gasgenerator, Komponente NH_3 (0 – 10 mg/m^3), Messpfad: 1.0 m, LaserGas II, Gerät 1

Datum	Zeitintervall	*Messkomponente:*		*NH3*		*0*	*bis*	*10*	*mg/m³*
		System 1							
		Nullpunkt				**Referenzpunkt**			
		Istwert	**Sollwert**		**Abgleich**	**Istwert**	**Sollwert**		**Abgleich**
	d	**mA**	**mA**	**Abw. in % MBE**	**ja/nein**	**mA**	**mA**	**Abw. in % MBE**	**ja/nein**
31.07.2007	-	4,02	4,00	-	nein	13,79	13,79	-	nein
09.08.2007	9	4,04	4,00	0,4	nein	13,84	13,90	-0,5	nein
20.08.2007	11	4,03	4,00	0,3	nein	13,86	13,80	0,6	nein
03.09.2007	14	4,02	4,00	0,2	nein	13,80	13,86	-0,6	nein
10.09.2007	7	4,02	4,00	0,2	nein	13,79	13,89	-1,0	nein
26.09.2007	16	4,03	4,00	0,3	nein	13,84	13,90	-0,5	nein
10.10.2007	14	4,01	4,00	0,1	nein	13,87	13,86	0,1	nein
17.10.2007	7	4,02	4,00	0,2	nein	13,76	13,86	-1,0	nein
25.10.2007	8	4,05	4,00	0,5	nein	13,85	13,80	0,5	nein
31.10.2007	6	4,02	4,00	0,2	nein	13,82	13,75	0,7	nein
19.12.2007	49	4,05	4,00	0,5	nein	13,88	13,82	0,6	nein
08.01.2008	20	4,03	4,00	0,3	nein	13,96	14,01	-0,5	nein
23.01.2008	15	4,04	4,00	0,4	nein	14,02	13,94	0,8	nein
29.01.2008	6	4,02	4,00	0,2	nein	14,04	13,96	0,8	nein
13.02.2008	15	4,02	4,00	0,2	nein	13,98	13,92	0,6	nein
26.02.2006	13	4,03	4,00	0,3	nein	13,87	13,98	-1,1	nein
17.03.2008	20	4,02	4,00	0,2	nein	13,68	13,75	-0,7	nein
09.04.2008	23	4,04	4,00	0,4	nein	13,75	13,78	0,3	nein
08.05.2008	29	4,02	4,00	0,2	nein	13,69	13,71	1,2	nein
19.06.2008	42	4,05	4,00	0,5	nein	13,77	13,85	0,8	nein
07.07.2008	18	4,01	4,00	0,1	nein	13,83	13,94	1,1	nein
03.08.2008	27	4,01	4,00	0,1	nein	13,84	13,85	0,1	nein

Tabelle 60: Feldtestdrift mit feuchtem Prüfgas aus dem Hovacal-Gasgenerator, Komponente NH_3 (0 – 10 mg/m^3), Messpfad: 1.0 m, LaserGas II Gerät 2

Datum	Zeitintervall	*Messkomponente:*		*NH3*		*0*	*bis*	*10*	*mg/m³*
		System 2							
		Nullpunkt				**Referenzpunkt**			
		Istwert	**Sollwert**	**Abw. in % MBE**	**Abgleich**	**Istwert**	**Sollwert**	**Abw. in % MBE**	**Abgleich**
	d	**mA**	**mA**		**ja/nein**	**mA**	**mA**		**ja/nein**
31.07.2007	-	4,01	4,00	-	nein	13,83	13,83	-	nein
09.08.2007	9	4,01	4,00	0,1	nein	13,77	13,83	-0,6	nein
20.08.2007	11	4,01	4,00	0,1	nein	13,81	13,78	0,3	nein
03.09.2007	14	4,03	4,00	0,3	nein	13,86	13,79	0,7	nein
10.09.2007	7	4,01	4,00	0,1	nein	13,83	13,76	0,8	nein
26.09.2007	16	4,02	4,00	0,2	nein	13,95	13,87	0,8	nein
10.10.2007	14	4,03	4,00	0,3	nein	13,80	13,93	-1,3	nein
17.10.2007	7	4,02	4,00	0,2	nein	13,78	13,75	0,3	nein
25.10.2007	8	4,02	4,00	0,2	nein	13,84	13,76	0,8	nein
31.10.2007	6	4,02	4,00	0,2	nein	13,83	13,84	-0,2	nein
19.12.2007	49	4,03	4,00	0,3	nein	13,76	13,84	-0,8	nein
08.01.2008	20	4,03	4,00	0,3	nein	13,98	14,05	-0,7	nein
23.01.2008	15	4,03	4,00	0,3	nein	13,86	13,96	-1,0	nein
29.01.2008	6	4,04	4,00	0,4	nein	13,85	13,96	-1,1	nein
13.02.2008	15	4,03	4,00	0,3	nein	13,87	13,89	-0,2	nein
26.02.2006	13	4,02	4,00	0,2	nein	13,94	14,02	-0,8	nein
17.03.2008	20	4,03	4,00	0,3	nein	13,84	13,89	-0,5	nein
09.04.2008	23	4,03	4,00	0,3	nein	13,67	13,77	-1,0	nein
08.05.2008	29	4,04	4,00	0,4	nein	13,71	13,82	-1,1	nein
19.06.2008	42	4,04	4,00	0,4	nein	13,87	13,95	-0,8	nein
07.07.2008	18	4,02	4,00	0,2	nein	13,95	13,91	0,4	nein
03.08.2008	27	4,03	4,00	0,3	nein	13,81	13,88	-0,7	nein



Tabelle 61: Feldtestdrift mit interner Kontrollzelle, Komponente NH_3 (0 – 10 mg/m^3), LaserGas II, Gerät 1

		Messkomponente:	*NH_3*		*0*	*bis*	*10*		*mg/m³*
		System 1							
		Nullpunkt				Referenzpunkt			
Datum	Zeitintervall	Istwert	Sollwert	Abw. in	Abgleich	Istwert	Sollwert	Abw. in	Abgleich
	d	mA	mA	% MBE	ja/nein	mA	mA	% MBE	ja/nein
31.07.2007	-	4,02	4,00	-	nein	13,79	13,79	-	nein
09.08.2007	9	4,04	4,00	0,4	nein	13,84	13,90	-0,5	nein
20.08.2007	11	4,03	4,00	0,3	nein	13,86	13,80	0,6	nein
03.09.2007	14	4,02	4,00	0,2	nein	13,80	13,86	-0,6	nein
10.09.2007	7	4,02	4,00	0,2	nein	13,79	13,89	-1,0	nein
26.09.2007	16	4,03	4,00	0,3	nein	13,84	13,90	-0,5	nein
10.10.2007	14	4,01	4,00	0,1	nein	13,87	13,86	0,1	nein
17.10.2007	7	4,02	4,00	0,2	nein	13,76	13,86	-1,0	nein
25.10.2007	8	4,05	4,00	0,5	nein	13,85	13,80	0,5	nein
31.10.2007	6	4,02	4,00	0,2	nein	13,82	13,75	0,7	nein
19.12.2007	49	4,05	4,00	0,5	nein	13,88	13,82	0,6	nein
08.01.2008	20	4,03	4,00	0,3	nein	13,96	14,01	-0,5	nein
23.01.2008	15	4,04	4,00	0,4	nein	14,02	13,94	0,8	nein
29.01.2008	6	4,02	4,00	0,2	nein	14,04	13,96	0,8	nein
13.02.2008	15	4,02	4,00	0,2	nein	13,98	13,92	0,6	nein
26.02.2006	13	4,03	4,00	0,3	nein	13,87	13,98	-1,1	nein
17.03.2008	20	4,02	4,00	0,2	nein	13,68	13,75	-0,7	nein
09.04.2008	23	4,04	4,00	0,4	nein	13,75	13,78	0,3	nein
08.05.2008	29	4,02	4,00	0,2	nein	13,69	13,71	1,2	nein
19.06.2008	42	4,05	4,00	0,5	nein	13,77	13,85	0,8	nein
07.07.2008	18	4,01	4,00	0,1	nein	13,83	13,94	1,1	nein
03.08.2008	27	4,01	4,00	0,1	nein	13,84	13,85	0,1	nein

Tabelle 62: Feldtestdrift mit interner Kontrollzelle, Komponente NH_3 (0 – 10 mg/m^3), LaserGas II, Gerät 2

		Messkomponente:	*NH_3*		*0*	*to*	*10*		*mg/m³*
		System 2							
		Nullpunkt				Referenzpunkt			
Datum	Zeitintervall	Istwert	Sollwert	Abw. in	Abgleich	Istwert	Sollwert	Abw. in	Abgleich
	d	mA	mA	% MBE	ja/nein	mA	mA	% MBE	ja/nein
31.07.2007	-	4,01	4,00	-	nein	13,83	13,83	-	nein
09.08.2007	9	4,01	4,00	0,1	nein	13,77	13,83	-0,6	nein
20.08.2007	11	4,01	4,00	0,1	nein	13,81	13,78	0,3	nein
03.09.2007	14	4,03	4,00	0,3	nein	13,86	13,79	0,7	nein
10.09.2007	7	4,01	4,00	0,1	nein	13,83	13,76	0,8	nein
26.09.2007	16	4,02	4,00	0,2	nein	13,95	13,87	0,8	nein
10.10.2007	14	4,03	4,00	0,3	nein	13,80	13,93	-1,3	nein
17.10.2007	7	4,02	4,00	0,2	nein	13,78	13,75	0,3	nein
25.10.2007	8	4,02	4,00	0,2	nein	13,84	13,76	0,8	nein
31.10.2007	6	4,02	4,00	0,2	nein	13,83	13,84	-0,2	nein
19.12.2007	49	4,03	4,00	0,3	nein	13,76	13,84	-0,8	nein
08.01.2008	20	4,03	4,00	0,3	nein	13,98	14,05	-0,7	nein
23.01.2008	15	4,03	4,00	0,3	nein	13,86	13,96	-1,0	nein
29.01.2008	6	4,04	4,00	0,4	nein	13,85	13,96	-1,1	nein
13.02.2008	15	4,03	4,00	0,3	nein	13,87	13,89	-0,2	nein
26.02.2006	13	4,02	4,00	0,2	nein	13,94	14,02	-0,8	nein
17.03.2008	20	4,03	4,00	0,3	nein	13,84	13,89	-0,5	nein
09.04.2008	23	4,03	4,00	0,3	nein	13,67	13,77	-1,0	nein
08.05.2008	29	4,04	4,00	0,4	nein	13,71	13,82	-1,1	nein
19.06.2008	42	4,04	4,00	0,4	nein	13,87	13,95	-0,8	nein
07.07.2008	18	4,02	4,00	0,2	nein	13,95	13,91	0,4	nein
03.08.2008	27	4,03	4,00	0,3	nein	13,81	13,88	-0,7	nein

Tabelle 63: Feldtestdrift mit trockenem Prüfgas und unbeheiztem Messpfad, Komponente NH_3 (0 – 10 mg/m^3), LaserGas II, Gerät 1

Datum	Zeitintervall	*Messkomponente: NH₃ 0 bis 10 mg/m³*							
		System 1							
		Nullpunkt				**Referenzpunkt**			
		Istwert	**Sollwert**		**Abgleich**	**Istwert**	**Sollwert**		**Abgleich**
	d	**mA**	**mA**	**Abw. in % MBE**	**ja/nein**	**mA**	**mA**	**Abw. in % MBE**	**ja/nein**
19.12.2007	-	4,02	4,03	-	nein	16,75	16,75	-	nein
08.01.2008	20	4,02	4,03	-0,1	nein	16,79	16,75	0,4	nein
23.01.2008	15	4,04	4,03	0,1	nein	16,82	16,75	0,7	nein
29.01.2008	6	4,04	4,03	0,1	nein	16,86	16,75	1,1	nein
13.02.2008	15	4,05	4,03	0,2	nein	16,81	16,75	0,6	nein
26.02.2008	13	4,04	4,03	0,1	nein	16,84	16,75	0,9	nein
17.03.2008	20	4,02	4,03	-0,1	nein	16,77	16,75	0,2	nein
09.04.2008	23	4,03	4,03	0,0	nein	16,81	16,75	0,6	nein
08.05.2008	29	4,01	4,03	-0,2	nein	16,72	16,75	-0,3	nein
19.06.2008	42	4,01	4,03	-0,2	nein	16,82	16,75	0,7	nein
07.07.2008	18	4,02	4,03	-0,1	nein	16,83	16,75	0,8	nein
05.08.2008	29	4,03	4,03	0,0	nein	18,85	16,75	1,0	nein

Tabelle 64: Feldtestdrift mit trockenem Prüfgas und unbeheiztem Messpfad, Komponente NH_3 (0 – 10 mg/m^3), LaserGas II, Gerät 2

Datum	Zeitintervall	*Messkomponente: NH₃ 0 bis 10 mg/m³*							
		System 2							
		Nullpunkt				**Referenzpunkt**			
		Istwert	**Sollwert**		**Abgleich**	**Istwert**	**Sollwert**		**Abgleich**
	d	**mA**	**mA**	**Abw. in % MBE**	**ja/nein**	**mA**	**mA**	**Abw. in % MBE**	**ja/nein**
19.12.2007	-	4,01	4,03	-	nein	16,75	16,75	-	nein
08.01.2008	20	4,03	4,03	0,0	nein	16,71	16,75	-0,4	nein
23.01.2008	15	4,04	4,03	0,1	nein	16,84	16,75	0,9	nein
29.01.2008	6	4,05	4,03	0,2	nein	16,82	16,75	0,7	nein
13.02.2008	15	4,05	4,03	0,2	nein	16,76	16,75	0,1	nein
26.02.2008	13	4,03	4,03	0,0	nein	16,88	16,75	1,3	nein
17.03.2008	20	4,04	4,03	0,1	nein	16,64	16,75	-1,1	nein
09.04.2008	23	4,03	4,03	0,0	nein	16,75	16,75	0,0	nein
08.05.2008	29	4,02	4,03	-0,1	nein	16,78	16,75	0,3	nein
19.06.2008	42	4,02	4,03	-0,1	nein	16,85	16,75	1,0	nein
07.07.2008	18	4,02	4,03	-0,1	nein	16,81	16,75	0,6	nein
05.08.2008	29	4,03	4,03	0,0	nein	18,79	16,75	0,4	nein



Tabelle 65: Feldtestdrift mit feuchtem Prüfgas aus dem Hovacal-Gasgenerator, Komponente H_2O (0 – 40 Vol.-%), Messpfad: 1,0 m, LaserGas II, Gerät 1

Datum	Zeitintervall	*Messkomponente:*	*H_2O*			*0*	*bis*	*40*	*Vol.-%*
		System 1							
		Nullpunkt				**Referenzpunkt**			
		Istwert	**Sollwert**	**Abw. in % MBE**	**Abgleich**	**Istwert**	**Sollwert**	**Abw. in % MBE**	**Abgleich**
	d	**mA**	**mA**		**ja/nein**	**mA**	**mA**		**ja/nein**
31.07.2007	-	4,01	4,00	-	nein	16,91	16,91	-	nein
09.08.2007	9	4,01	4,00	0,0	nein	16,84	16,88	-0,1	nein
20.08.2007	11	4,01	4,00	0,0	nein	16,82	16,85	-0,1	nein
03.09.2007	14	4,01	4,00	0,0	nein	16,78	16,88	-0,2	nein
10.09.2007	7	4,01	4,00	0,0	nein	16,79	16,84	-0,1	nein
26.09.2007	16	4,01	4,00	0,0	nein	16,84	16,86	0,0	nein
10.10.2007	14	4,01	4,00	0,0	nein	16,76	16,85	-0,2	nein
17.10.2007	7	4,01	4,00	0,0	nein	16,78	16,84	-0,1	nein
25.10.2007	8	4,01	4,00	0,0	nein	16,82	16,82	0,0	nein
31.10.2007	6	4,01	4,00	0,0	nein	16,84	16,83	0,0	nein
19.12.2007	49	4,01	4,00	0,1	nein	16,74	16,87	-0,3	nein
08.01.2008	20	4,01	4,00	0,0	nein	16,6	16,71	-0,3	nein
23.01.2008	15	4,02	4,00	0,0	nein	16,92	16,79	0,3	nein
29.01.2008	6	4,03	4,00	0,0	nein	16,84	16,89	-0,1	nein
13.02.2008	15	4,03	4,00	0,1	nein	16,88	16,75	0,3	nein
26.02.2008	13	4,02	4,00	0,1	nein	16,74	16,82	-0,2	nein
17.03.2008	20	4,02	4,00	0,0	nein	16,82	16,87	-0,1	nein
09.04.2008	23	4,02	4,00	0,0	nein	16,86	16,99	-0,3	nein
08.05.2008	29	4,01	4,00	0,0	nein	16,85	16,82	0,1	nein
19.06.2008	42	4,00	4,00	0,0	nein	16,77	16,74	0,1	nein
07.07.2008	18	4,02	4,00	0,0	nein	16,67	16,78	-0,3	nein
05.08.2008	29	4,01	4,00	0,0	nein	16,69	16,78	-0,2	nein

Tabelle 66: Feldtestdrift mit feuchtem Prüfgas aus dem Hovacal-Gasgenerator, Komponente H_2O (0 – 40 Vol.-%), Messpfad: 1,0 m, LaserGas II, Gerät 2

Datum	Zeitintervall	*Messkomponente:*	*H_2O*		*0*	*bis*	*40*		*Vol.-%*
		System 2							
		Nullpunkt				**Referenzpunkt**			
		Istwert	**Sollwert**		**Abgleich**	**Istwert**	**Sollwert**		**Abgleich**
	d	**mA**	**mA**	**Abw. in % MBE**	**ja/nein**	**mA**	**mA**	**Abw. in % MBE**	**ja/nein**
31.07.2007	-	4,01	4,00	-	nein	16,88	16,94	-	nein
09.08.2007	9	4,01	4,00	0,0	nein	16,84	16,89	-0,1	nein
20.08.2007	11	4,01	4,00	0,0	nein	16,81	16,84	-0,1	nein
03.09.2007	14	4,01	4,00	0,0	nein	16,78	16,88	-0,2	nein
10.09.2007	7	4,00	4,00	0,0	nein	16,75	16,85	-0,3	nein
26.09.2007	16	4,00	4,00	0,0	nein	16,77	16,85	-0,2	nein
10.10.2007	14	4,01	4,00	0,0	nein	16,81	16,84	-0,1	nein
17.10.2007	7	4,01	4,00	0,0	nein	16,84	16,84	0,0	nein
25.10.2007	8	4,01	4,00	0,0	nein	16,76	16,81	-0,1	nein
31.10.2007	6	4,02	4,00	0,0	nein	16,74	16,80	-0,2	nein
19.12.2007	49	4,02	4,00	0,0	nein	16,93	16,85	0,2	nein
08.01.2008	20	4,03	4,00	0,1	nein	16,87	16,73	0,4	nein
23.01.2008	15	4,03	4,00	0,1	nein	16,85	16,8	0,1	nein
29.01.2008	6	4,01	4,00	0,0	nein	16,93	16,88	0,1	nein
13.02.2008	15	4,02	4,00	0,0	nein	16,77	16,75	0,0	nein
26.02.2008	13	4,02	4,00	0,0	nein	16,76	16,86	-0,2	nein
17.03.2008	20	4,03	4,00	0,1	nein	16,79	16,97	-0,4	nein
09.04.2008	23	4,01	4,00	0,0	nein	16,80	16,87	-0,2	nein
08.05.2008	29	4,03	4,00	0,1	nein	16,91	17,05	-0,4	nein
19.06.2008	42	4,02	4,00	0,0	nein	16,87	16,78	0,2	nein
07.07.2008	18	4,04	4,00	0,1	nein	16,75	16,72	0,1	nein
05.08.2008	29	4,02	4,00	0,0	nein	16,77	16,69	0,2	nein



Tabelle 67: Feldtestdrift mit interner Kontrollzelle, Komponente H_2O (0 – 40 Vol.-%), Messpfad: 1,0 m, LaserGas II, Gerät 1

Datum	Zeitintervall	*Messkomponente:*	*H_2O*			*0*	*bis*	*40*	*Vol.-%*
		System 1							
		Nullpunkt				**Referenzpunkt**			
		Istwert	**Sollwert**	**Abw. in % MBE**	**Abgleich**	**Istwert**	**Sollwert**	**Abw. in % MBE**	**Abgleich**
	d	**mA**	**mA**		**ja/nein**	**mA**	**mA**		**ja/nein**
31.07.2007	-	4,02	4,02	-	nein	-	-	-	nein
09.08.2007	9	4,02	4,02	0,0	nein	-	-	-	nein
20.08.2007	11	4,03	4,02	0,0	nein	-	-	-	nein
03.09.2007	14	4,02	4,02	0,0	nein	-	-	-	nein
10.09.2007	7	4,02	4,02	0,0	nein	-	-	-	nein
26.09.2007	16	4,03	4,02	0,0	nein	-	-	-	nein
10.10.2007	14	4,02	4,02	0,0	nein	-	-	-	nein
17.10.2007	7	4,02	4,02	0,0	nein	-	-	-	nein
25.10.2007	8	4,02	4,02	0,0	nein	-	-	-	nein
31.10.2007	6	4,02	4,02	0,0	nein	-	-	-	nein
19.12.2007	49	4,04	4,02	0,1	nein	-	-	-	nein
08.01.2008	20	4,02	4,02	0,0	nein	-	-	-	nein
23.01.2008	15	4,03	4,02	0,0	nein	-	-	-	nein
29.01.2008	6	4,00	4,02	0,0	nein	-	-	-	nein
13.02.2008	15	4,03	4,02	0,1	nein	-	-	-	nein
26.02.2008	13	4,04	4,02	0,0	nein	-	-	-	nein
17.03.2008	20	4,03	4,02	0,0	nein	-	-	-	nein
09.04.2008	23	4,01	4,02	0,0	nein	-	-	-	nein
08.05.2008	29	4	4,02	0,0	nein	-	-	-	nein
19.06.2008	42	4,01	4,02	0,0	nein	-	-	-	nein
07.07.2008	18	4,03	4,02	0,1	nein	-	-	-	nein
05.08.2008	29	4,01	4,02	0,0	nein	-	-	-	nein

Tabelle 68: Feldtestdrift mit interner Kontrollzelle, Komponente H_2O (0 – 40 Vol.-%), Messpfad: 1,0 m, Gerät 2

Datum	Zeitintervall	*Messkomponente:*	*H_2O*	*0*	*bis*	*40*	*Vol.-%*		
		System 2							
		Nullpunkt				**Referenzpunkt**			
		Istwert	**Sollwert**	**Abw. in**	**Abgleich**	**Istwert**	**Sollwert**	**Abw. in**	**Abgleich**
	d	**mA**	**mA**	**% MBE**	**ja/nein**	**mA**	**mA**	**% MBE**	**ja/nein**
31.07.2007	-	4,03	4,03	-	nein	-	-	-	nein
09.08.2007	9	4,02	4,03	0,0	nein	-	-	-	nein
20.08.2007	11	4,02	4,03	0,0	nein	-	-	-	nein
03.09.2007	14	4,02	4,03	0,0	nein	-	-	-	nein
10.09.2007	7	4,02	4,03	0,0	nein	-	-	-	nein
26.09.2007	16	4,03	4,03	0,0	nein	-	-	-	nein
10.10.2007	14	4,03	4,03	0,0	nein	-	-	-	nein
17.10.2007	7	4,02	4,03	0,0	nein	-	-	-	nein
25.10.2007	8	4,02	4,03	0,0	nein	-	-	-	nein
31.10.2007	6	4,02	4,03	0,0	nein	-	-	-	nein
19.12.2007	49	4,03	4,03	0,0	nein	-	-	-	nein
08.01.2008	20	4,01	4,03	-0,1	nein	-	-	-	nein
23.01.2008	15	4,01	4,03	-0,1	nein	-	-	-	nein
29.01.2008	6	4,02	4,03	0,0	nein	-	-	-	nein
13.02.2008	15	4,03	4,03	0,0	nein	-	-	-	nein
26.02.2008	13	4,01	4,03	-0,1	nein	-	-	-	nein
17.03.2008	20	4	4,03	-0,1	nein	-	-	-	nein
09.04.2008	23	4,01	4,03	-0,1	nein	-	-	-	nein
08.05.2008	29	4,03	4,03	0,0	nein	-	-	-	nein
19.06.2008	42	4,01	4,03	-0,1	nein	-	-	-	nein
07.07.2008	18	4,01	4,03	-0,1	nein	-	-	-	nein
05.08.2008	29	4,03	4,03	0,0	nein	-	-	-	nein



6c.6 [7.6 Verfügbarkeit]

Die automatische Messeinrichtung muss die Anforderungen der entsprechenden rechtlichen Regelungen an die Verfügbarkeit einhalten. In jedem Fall muss die Verfügbarkeit mindestens 95 % betragen.

Die AMS kann auf Grund von Störungen, Wartung und Nullpunkt- und Referenzpunktkontrollen und deren Korrekturen nicht verfügbar sein. Zeitspannen, in denen der zu überwachende Prozess nicht im Betrieb ist, werden nicht betrachtet.

Gerätetechnische Ausstattung

Ein Hovacal-Gasgenerator und ein beheizter Messpfad mit aktiver Messpfadlänge von 0,513 m wurden für die Bestimmung von Nullpunkt- und Referenzpunktdrift benutzt. Der Gasgenerator wurde mit Stickstoff aus Druckgasbehälter betrieben. Ausgangssignale wurden mit dem von Yokogawa hergestellten DX 112-3-2 Datenerfassungssystem aufgenommen.

Des Weiteren wurden die Null- und Referenzpunkte für die Komponente NH_3 mittels einer unbeheizten Prüfgaszelle mit aktiver Messpfadlänge von 0,712 m getestet.

Durchführung der Prüfung

Der Feldtest erfolgte vom 31.07.2007 bis zum 05.08.2008. Dies entspricht einer Gesamtzeit von 8901,5 Stunden. Jede periodische Überprüfung der Null- und Referenzpunkte dauerte ca. eine Stunde. Es wurden 22 Driftprüfungen auf dem beheizten Messpfad durchgeführt, was insgesamt 22 Stunden entspricht. Darüber hinaus wurden für die Komponente NH_3 12 Prüfungen auf dem unbeheizten Messpfad durchgeführt, die auch jeweils eine Stunde in Anspruch nahmen. Insgesamt wurden 12 Stunden dafür benötigt.

Die Justierarbeiten an den Messsystemen im Rahmen der Ergänzungsprüfung nahmen insgesamt je ca. 1 bis 2 Stunden in Anspruch. Die Prüfung wurde im Rahmen der Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung LaserGas II mit dieser Geräteversion durchgeführt.

Auswertung

Die Gesamtbetriebszeit wurde aus der Differenz von Ende und Beginn des Feldtests festgestellt. Die Auswertung erfolgte auf Basis von Halbstundenmittelwerten unter Anwendung der 2/3-Regel, d.h. geräteinterne Zyklen, die im Rahmen der Integrationszeit weniger als 10 min in Anspruch nehmen, werden nicht als Ausfallzeiten gewertet. Die im Normalbetrieb notwendigen Kontroll- und Justierarbeiten führen zu Ausfällen von maximal 60 min am Stück (Ausbau der Messgeräte, Überprüfung NP/RP sowie eventuelle Reinigungsarbeiten, Einbau). Werden diese Arbeiten an einem Tag ohne Unterbrechung durchgeführt, so kommt es zu 2 ungültigen Halbstundenmittelwerten.

Die Verfügbarkeit *V* in Prozent ist nach folgender Gleichung zu ermitteln:

$$V = \frac{t_{tot} - t_{out}}{t_{tot}} \times 100\%$$

Mit:

V	Verfügbarkeit in %
t_{tot}	Gesamtbetriebszeit
t_{out}	Ausfallzeiten

Neben der prozentualen Verfügbarkeit wird in der 13. und 17. BImSchV auch noch eine Verfügbarkeit für den laufenden Tag bestimmt.

Gemäß 13. BImSchV wird der Tagesmittelwert für ungültig erklärt, wenn mehr als 6 Halbstundenmittelwerte wegen Störung oder Wartung des kontinuierlichen Messsystems ungültig sind.

Gemäß Richtlinie 2000/76/EG (maßgeblich für Anlagen der 17. BImSchV) wird der Tagesmittelwert für ungültig erklärt, wenn mehr als 6 Halbstundenmittelwerte wegen Störung oder Wartung des kontinuierlichen Messsystems ungültig sind.

Fallen mehr als 10 ungültige Tage an, so sind geeignete Maßnahmen einzuleiten, um die Zuverlässigkeit des kontinuierlichen Überwachungssystems zu verbessern.

Tabelle 69: Verfügbarkeit

		Gerät 1	Gerät 2
Gesamtbetriebszeit	h	8901,5	8901,5
Ausfallzeit:			
Geräteinterne Einstellzeiten	h	-	-
Gerätestörungen und Reparaturen	h	-	-
Wartung und Justierung	h	34	34
Summe verfügbar	h	8867,5	8867,5
Verfügbarkeit	**%**	**99,6**	**99,6**

Bewertung

Die Verfügbarkeit beträgt 99,6 %.
Damit ist die Mindestanforderung erfüllt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Ergebnisse zur Verfügbarkeitsprüfung sind in Tabelle 69 dargestellt.

6c.7 [7.7 Vergleichspräzision]

Die automatische Messeinrichtung muss eine Vergleichspräzision R_{field} von kleiner gleich 3,3 % des Zertifizierungsbereichesendwertes und für O_2 von kleiner gleich 0,2 Vol.-% unter Feldbedingungen einhalten.
Die Vergleichpräzision ist während des dreimonatigen Feldtests aus zeitgleichen, fortlaufenden Messungen mit zwei baugleichen Messeinrichtungen am selben Messpunkt (Doppelbestimmungen) zu bestimmen.

Gerätetechnische Ausstattung

Die zu prüfende Messeinrichtung und ein Datenerfassungssystem Typ Yokogawa DX 112-3-2.

Durchführung der Prüfung

Die Vergleichspräzision wurde während des Feldtests ermittelt. Die Prüfung wurde im kleinsten zu prüfenden Messbereich durchgeführt.

Die ermittelten Minutenmittelwerte der AMS wurden zu Halbstundenmittelwerten zusammengefasst, berücksichtigt wurden hierbei Statussignale wie Messung, Störung und Wartung. Jeder Halbstundenmittelwert war durch mindestens 20 Einzelwerte abgedeckt. Werte, die während Störungen, Wartungsarbeiten oder Nullpunkt- und Referenzpunktkontrollen gewonnen wurden, wurden bei der Auswertung nicht berücksichtigt.

Auswertung

Die Vergleichspräzision wurde auf Basis aller gültigen Messwertpaare nach folgenden Gleichungen für eine statistische Sicherheit von 95 % für eine zweiseitige t-Verteilung berechnet. Zusätzlich wurde die Vergleichspräzision für den Bereich der Messwerte oberhalb von 30 % des Grenzwertes für den Tagesmittelwert berechnet (für NH_3 wurde ein Messbereichsendwert von 10 mg/m^3 benutzt, für H_2O keinen).

$$s_D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(x_{1,i} - x_{2,i}\right)^2}{2n}}$$

$$R_{field} = t_{n-1;\,0,95} \times s_D$$

mit

$x_{1,i}$	das i-te Messergebnis der ersten Messeinrichtung,
$x_{2,i}$	das i-te Messergebnis der zweiten Messeinrichtung,
n	die Anzahl der Doppelbestimmungen.
s_D	die Standardabweichung der aus Doppelbestimmungen ermittelten Differenzen,
$t_{n-1,\,0,95}$	der Student-Faktor (zweiseitige Abgrenzung, Vertrauensniveau von 95 %, Anzahl der Freiheitsgrade von n-1),
R_{field}	Die Vergleichspräzision unter Feldbedingungen.

Bewertung

Die Vergleichspräzision liegt bei 2,8 % für die Komponente NH_3 und 1,9 % für die Komponente H_2O.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Für die Unsicherheitsberechnung in Kapitel 6d wird der Wert der Standardabweichung aus Doppelbestimmungen R_f von 0,033 mg/m³ verwendet.

Die Ergebnisse der Vergleichspräzision sind in Tabelle 70 und Tabelle 71 sowie in Abbildung 59 und Abbildung 60 dargestellt.

Tabelle 70: Vergleichspräzision für NH_3

Komponente:	NH_3			
Messgerät:	LaserGas II			
Messdatum:	01.01.2008 bis 01.04.2008			
Zertifizierbereich	ZB	=	0 - 10	mg/m³
Emissionsgrenzwert	GW	=	10	mg/m³
Konzentrationsbereich	Gerät 1	=	0 - 13,1	mg/m³
Konzentrationsbereich	Gerät 2	=	0 - 13,1	mg/m³
Mittelwert	Gerät 1	=	2,06	mg/m³
Mittelwert	Gerät 2	=	1,96	mg/m³
Y = b* x + c Steigung	b	=	0,9807	
Ordinatenabstand	c	=	-0,0095	mg/m³
Korrelationskoeffizient	r	=	0,9912	
Stichprobenumfang	n	=	4416	
t-Wert	$t_{0,95,n}$	=	1,9605	
Std-Abw.aus Doppelbestimmungen	s_D	=	0,142	mg/m³
Vergleichspräzision (alle Punkte)	R_f	=	0,279	mg/m³
bezogen auf den ZB	$R_{f\%}$	=	2,8	%
Limit		=	3,3	%
Werte > 30% Grenzwert	$n_{>30\%}$	=	691	
t-Wert	$t_{0,95,n}$	=	1,9634	
Std-Abw.aus Doppelbestimmungen	s_D	=	0,136	mg/m³
Vergleichspräzision (>30% GW)	R_f	=	0,266	mg/m³
bezogen auf den ZB	$R_{f\%}$	=	2,7	%
R_D alle Punkte nach VDI 4203	R_D	=	36	



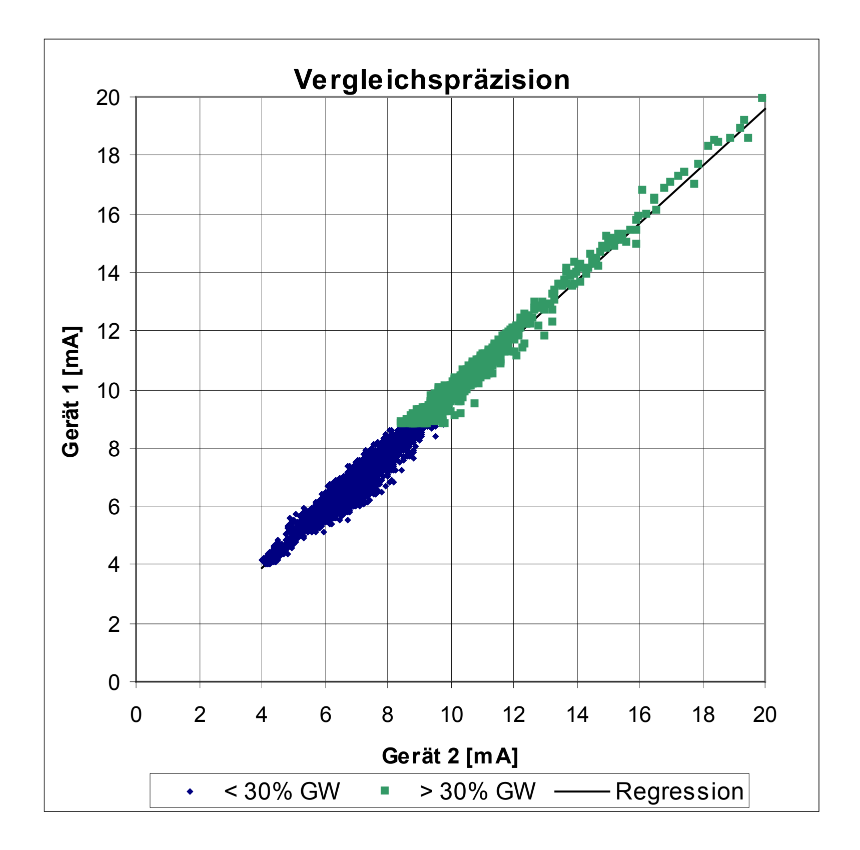


Abbildung 59: Darstellung der Vergleichspräzision für NH_3

Tabelle 71: Vergleichspräzision für H_2O

Komponente:	H_2O			
Messgerät:	LaserGas II			
Messdatum:	01.01.2008 bis 01.04.2008			
Zertifizierbereich	ZB	=	0 - 40	Vol.-%
Emissionsgrenzwert	GW	=	10	Vol.-%
Konzentrationsbereich	Gerät 1	=	2,2 - 23,5	Vol.-%
Konzentrationsbereich	Gerät 2	=	2,4 - 24,6	Vol.-%
Mittelwert	Gerät 1	=	16,66	Vol.-%
Mittelwert	Gerät 2	=	17,13	Vol.-%
Y = b* x + c Steigung	b	=	1,0104	
Ordinatenabstand	c	=	0,1870	Vol.-%
Korrelationskoeffizient	r	=	0,9983	
Stichprobenumfang	n	=	4430	
t-Wert	$t_{0,95,n}$	=	1,9605	
Std-Abw.aus Doppelbestimmungen	s_D	=	0,390	Vol.-%
Vergleichspräzision (alle Punkte)	R_f	=	0,765	Vol.-%
bezogen auf den ZB	$R_{f\%}$	=	1,9	%
Limit		=	3,3	%
R_D alle Punkte nach VDI 4203	R_D	=	52	

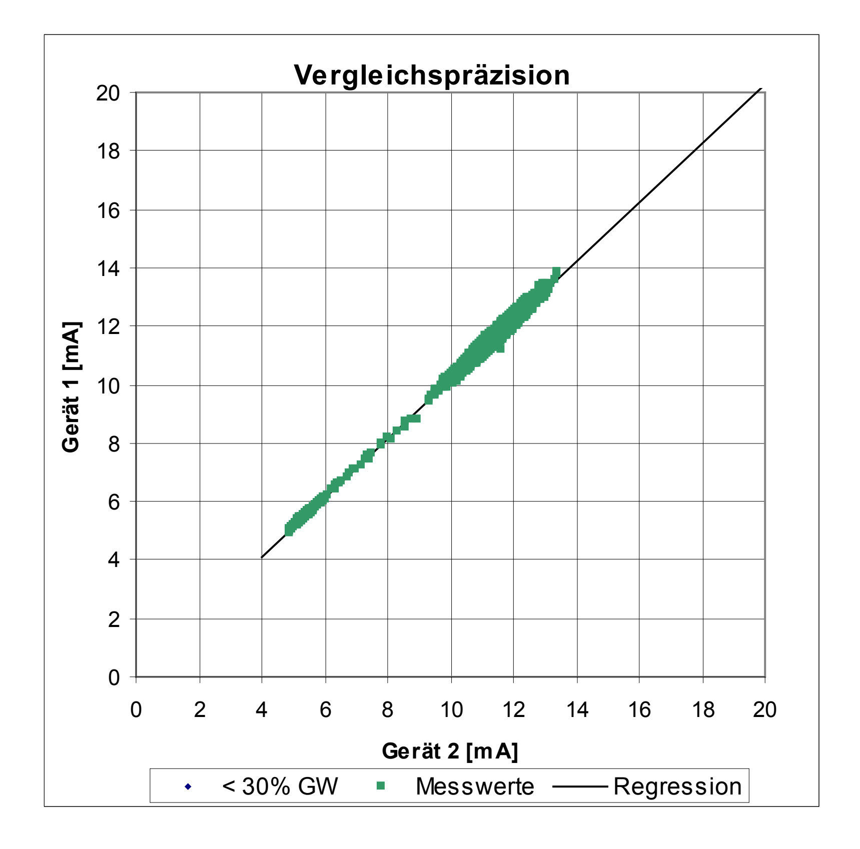


Abbildung 60: Darstellung der Vergleichspräzision für H_2O

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Hier nicht notwendig.



6c.8 [7.8 Verschmutzungskontrolle bei In-Situ-Geräten]

Der Einfluss der Verschmutzung auf die automatische Messeinrichtung ist im Feldtest durch Sichtprüfungen und beispielsweise durch Ermittlung der Abweichungen der Messsignale von ihren Sollwerten zu bestimmen. Falls notwendig, ist die AMS mit empfohlenen Spülluftsystemen für die Dauer von drei Monaten als Teil des Feldtests auszustatten. Am Ende der Prüfung ist der Einfluss der Verschmutzung zu ermitteln. Die Ergebnisse für die gereinigten und die verschmutzten optischen Grenzflächen dürfen um maximal 2 % der oberen Grenze des Zertifizierungsbereiches voneinander abweichen.

Gerätetechnische Ausstattung

Die zu prüfende Messeinrichtung und die Datenerfassung.

Durchführung der Prüfung

Zur Ermittlung der Wahrscheinlichkeit von Verschmutzungsprobleme aufgrund von Anlagenbedingungen und dem Leistungsvermögen von Maßnahmen zur Verschmutzungskompensation im Feldtest muss die Funktionstüchtigkeit und die Verlässlichkeit von Maßnahmen zur Vermeidung und Beseitigung von Verschmutzungen über die Dauer des Feldtests durch regelmäßige Kontrollen des Verschmutzungszustandes der optischen Grenzflächen ermittelt werden. Im Fall von Verschmutzung soll das Verhältnis vom Verschmutzungsgrad zum aus der Messung resultierenden Fehler quantifiziert werden.

Das Verschmutzungsverhalten der Messeinrichtung ist im Feldtest anhand visueller Kontrollen und beispielsweise durch Ermittlung der Abweichungen von den Sollwerten der Gerätekennlinie zu bestimmen.

Falls notwendig, ist die AMS mit empfohlenen Spülluftsystemen während des Feldtests auszustatten. Am Ende der Prüfung ist der Einfluss der Verschmutzung zu ermitteln, indem der Analysator vom Kanal genommen und die Geräteanzeige bei Aufgabe eines externen Prüfstandards am Referenzpunkt, der in das Messvolumen eingebracht wird, aufgezeichnet wird. Die optischen Grenzflächen sind dann zu reinigen. Nach einer geräteinternen Überprüfung und einer Korrektur, die entweder automatisch oder durch das Prüflaboratorium manuell ausgelöst wird, ist das Messsignal mit demselben Prüfstandard am Referenzpunkt zu überprüfen.

Die Prüfung wurde im Rahmen der Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung LaserGas II mit dieser Geräteversion durchgeführt.

Auswertung

Während des Feldtests war die Messeinrichtung an einem Abgaskanal installiert. Die Messeinrichtungen waren nicht mit einem Spülluftsystem ausgestattet. Die Reinigung der Grenzflächen wurde vom Unterdruck in der Abgasleitung realisiert. Während des einjährigen Feldtests wurde kein Einfluss von Verschmutzung auf das Messsignal wahrgenommen.

Bewertung

Es wurden keine Abweichungen aufgrund von Verschmutzung festgestellt.
Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Hier nicht notwendig.

6d Messunsicherheit

6d.1 [14 Messunsicherheit]

Die im Labortest und im Feldtest ermittelten Unsicherheiten sind zur Berechnung der kombinierten Standardunsicherheit der AMS-Messwerte nach EN ISO 14956 zu verwenden. Bei der Berechnung der Standardunsicherheit ist entweder die Wiederholpräzision im Labor oder die Vergleichpräzision im Feld zu verwenden. Der größere Wert dieser beiden Kenngrößen ist anzuwenden.
Die Gesamtunsicherheit der AMS, die sich aus den Prüfungen nach dieser Norm ergibt, sollte um mindestens 25 % unter der maximal zulässigen Untersicherheit, die beispielsweise in den entsprechenden rechtlichen Regelungen festgelegt ist, liegen. Es wird ein ausreichender Spielraum für die Unsicherheitsbeiträge durch die jeweilige Installation der AMS benötigt, um die QAL2 und QAL3 nach EN 14181 erfolgreich zu bestehen.
Das Prüflaboratorium hat die Gesamtunsicherheit im Verhältnis zur maximal zulässigen Unsicherheit, die beispielsweise in den entsprechenden rechtlichen Regelungen für die vorgesehene Anwendung festgelegt ist, im Prüfbericht anzugeben.
Zur Berechnung der kombinierten Standardunsicherheit müssen die im Folgenden genannten Unsicherheitsbeträge berücksichtigt werden.

Nummer *i*	Verfahrenskenngröße	Unsicherheit
1	Lack-of-fit	u_{lof}
2	Nullpunktdrift aus dem Feldtest	$u_{d,z}$
3	Referenzpunktdrift aus dem Feldtest	$u_{d,s}$
4	Einfluss der Umgebungstemperatur am Referenzpunkt	u_t
5	Einfluss des Probegasdrucks [b]	u_p
6	Einfluss des Probegasvolumenstroms [b]	u_f
7	Einfluss der Netzspannung	u_v
8	Querempfindlichkeit [b]	ui
9	Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt [a]	$u_r = s_r$
10	Standardabweichung aus Doppelbestimmungen unter Feldbedingungen [a]	$u_D = s_D$
11	Unsicherheit des zur Prüfung benutzten Referenzmaterials [b]	u_{rm}
12	Auswanderung des Messstrahls [b]	u_{mb}
13	Konverterwirkungsgrad für AMS zur Messung von NOx [b]	u_{ce}
14	Änderung der Responsefaktoren (TOC) [b]	u_{rf}

a Es wird entweder die Wiederholpräzision am Referenzpunkt oder die Standardabweichung aus Doppelbestimmungen unter Feldbedingungen verwendet, je nachdem, welcher Wert größer ist.
b Dieser Unsicherheitsbeitrag gilt nur für bestimmte AMS.



Gerätetechnische Ausstattung

Hier nicht notwendig.

Durchführung der Prüfung

Die erweiterte Messunsicherheit gemäß Richtlinie DIN EN 15267-03:2008 und DIN EN ISO 14956 wurde für die Messkomponenten H_2O und NH_3 ermittelt. Hierzu wurden die Prüfergebnisse für die im Rahmen der Ergänzungsprüfung ermittelten Werte der Verfahrenskenngrößen auf Standardunsicherheiten umgerechnet und die erweiterte Messunsicherheit daraus abgeschätzt.

Für die Komponente NH_3 wurden die Ergebnisse der Prüfung aus den Ergebnissen für beide Messeinrichtungsausführungen LaserGas II und SERVOTOUGH Laser Model 2930 zusammengefasst, für H_2O wurden die Ergebnisse nur durch die Messeinrichtung LaserGas II ermittelt.

Die aktuell gültigen Richtlinien schreiben kein Vertrauensbereich für NH_3 fest. Die Komplexität der NH_3-Messung und die erwartete Konzentration können mit denen von HCI verglichen werden. Deshalb wurde der Wert von 40 % des Tagesmittelwertes von HCI verwendet. Für die Berechnung von NH_3 wurde ein Emissionsgrenzwert benutzt.

Die Bestimmung der Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt basiert auf den Messwerten einer erweiterten Referenzpunktprüfung während des Labortests. Die Ergebnisse sind in Tabelle 11 und Tabelle 12 dargestellt.

Auswertung

Im Rahmen der Ergänzungsprüfung wurde die abgeschätzte erweiterte Messunsicherheit mit der um 25 % reduzierten „geforderten Qualität der Messung“ verglichen.

Die Auswertung erfolgte in tabellarischer Form (vgl. Tabelle 88 und Tabelle 89) auf Basis der in der Richtlinie definierten Berechnungsformeln.

In der Berechnung wird entweder die Wiederholpräzision am Referenzpunkt oder die Standardabweichung aus Doppelbestimmungen unter Feldbedingungen verwendet, je nachdem, welcher Wert größer ist.

Die relative erweiterte Gesamtunsicherheit ist für alle geprüften Komponenten in Tabelle 72 dargestellt.

Tabelle 72: relative erweiterte Gesamtunsicherheit aller Komponenten

Komponente	Grenzwert	Anforderung	Anforderung in der EP [1)]	Messunsicherheit
NH_3	10	40 %	30 %	5,4
H_2O	40 Vol.-% [2)]	10 %	7.5 %	3,9

[1)] In der Ergänzungsprüfung wird die Messunsicherheit mit der um 25 % reduzierten Anforderung verglichen

[2)] Messbereich

Bewertung

Für alle Komponenten liegen die ermittelten erweiterten Gesamtmessunsicherheiten unterhalb der maximal zulässigen Werte und erfüllen somit die Anforderungen.

Damit wurde die Mindestanforderung erfüllt.

Umfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Die Berechnung der relativen erweiterten Gesamtmessunsicherheit der einzelnen Komponenten ist in Tabelle 88 und Tabelle 89 dargestellt.



7. Wartungsarbeiten, Funktionsprüfung (AST) und Kalibrierung (QAL2)

7.1 Arbeiten im Wartungsintervall

Die Arbeiten im Wartungsintervall erfordern einem Zeitrahmen von ca. 60 min. Im Einzelnen handelt es sich hierbei um die folgenden Tätigkeiten:

- Abbau und Sichtprüfung der Messeinrichtung.
- Kontrolle der Geräteeinstellungen.
- Sichtprüfung und ggf. Reinigung der optischen Grenzflächen.
- Durchführung des geräteinternen Kontrollzyklus mit Kontrolle von Null- und Referenzpunkt. Alternativ kann die Kontrolle manuell durchgeführt werden. Für NH_3 wird das mittels des unbeheizten Messpfads und des Referenzgases vom Druckgasbehälter gemacht; für H_2O erfolgt die Kontrolle mittels des beheizten Messpfads und eines Gasgenerators, der feuchtes Probegas herstellt.
- Im Übrigen sind die Anweisungen des Herstellers zu beachten.

7.2 Funktionsprüfung und Kalibrierung

Zur Durchführung der Funktionsprüfung bzw. vor der Kalibrierung wird folgendes Vorgehen vorgeschlagen:

- Sichtprüfung des Gerätes und des Entnahmesystems (Filter, etc.),
- Kontrolle der Dokumentation / Kontrollbuch,
- Kontrolle und ggf. Reinigung der optischen Grenzflächen der Sende- und Empfängereinheiten,
- Überprüfen der optischen Ausrichtung der AMS,
- Kontrolle der Spülluftversorgung,
- Ablesung der beim Kontrollzyklus gewonnenen Werte und Überprüfen der aktuellen Ergebnissen,
- Abbau der Messeinrichtung,
- Überprüfen der Linearität mit unbeheiztem Messpfad (Komponente H_2O) oder mit beheiztem Messpfad und Referenzgasen von Druckgasbehälter (Komponente NH_3),
- Überprüfen Null- und Referenzpunkteinstellungen,
- Überprüfen der Datenübertragung (Analog- und Statussignale) zum Auswertungssystem.

Weitere Einzelheiten zur Funktionsprüfung und Kalibrierung sind der Richtlinie DIN EN 14181 zu entnehmen; außerdem sind die Hinweise des Herstellers zu beachten.

Köln, 19. Oktober 2011

Dipl.-Ing. Carsten Röllig | Dr. Peter Wilbring

8. Literatur

[1] Bundeseinheitliche Praxis bei der Überwachung der Emissionen; Richtlinien über:

- die Ergänzungsprüfung von Mess- und Auswerteeinrichtungen für kontinuierliche Emissionsmessungen und die kontinuierliche Erfassung von Bezugs- bzw. Betriebsgrößen zur fortlaufenden Überwachung der Emissionen besonderer Stoffe,
- den Einbau, die Kalibrierung, die Wartung von kontinuierlich arbeitenden Mess- und Auswerteeinrichtungen,
- die Auswertung von kontinuierlichen Emissionsmessungen.

RdSchr. d. BMU v. 13.6.2005 - IG I 2 - 45 053/5 und v. 04.08.2010 – AZ.: IG I 2-51134/0

[2] Richtlinie DIN EN 15267-03, März 2008,
Luftbeschaffenheit -Zertifizierung von automatischen Messeinrichtungen -
Teil 3: Mindestanforderungen und Prüfprozeduren für automatische Messeinrichtungen zur Überwachung von Emissionen aus stationären Quellen

[3] Richtlinie VDI 4203 Blatt 1, Oktober 2001,
Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen, Grundlagen

[4] Richtlinie VDI 4203 Blatt 2, März 2003
Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen – Prüfprozeduren für Messeinrichtungen zur Messung gas- und partikelförmiger Emissionen

[5] Richtlinie DIN EN 14181, September 2004,
Emissionen aus stationären Quellen - Qualitätssicherung für automatische Messeinrichtungen

[6] Richtlinie DIN EN ISO 14956, Januar 2003,
Luftbeschaffenheit - Beurteilung der Eignung eines Messverfahrens durch Vergleich mit einer geforderten Messunsicherheit

[7] Richtlinie VDI 4200, Dezember 2000,
Durchführung von Emissionsmessungen an geführten Quellen

[8] Richtlinie DIN EN 15259, Januar 2008
Luftbeschaffenheit - Messung von Emissionen aus stationären Quellen -
Messstrategie, Messplanung, Messbericht und Gestaltung von Messplätzen

[9] Bericht über die Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung LaserGas II für NH_3 und H_2O
TÜV Rheinland, Bericht Nr. 936/21205655/A vom 9. November 2007

[10] Bericht über die Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung LaserGas II für NH_3 und H_2O
TÜV Rheinland Berichts Nr. 936/212305655/B vom 29. Februar 2008

[11] Bericht über die Ergänzungsprüfung der Messeinrichtung LaserGas II für NH_3 und H_2O
TÜV Rheinland Berichts Nr.936/212305655/C vom 1. Oktober 2008

9. Anhang



Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

Beliehene gemäß § 8 Absatz 1 AkkStelleG i.V.m. § 1 Absatz 1 AkkStelleGBV
Unterzeichnerin der Multilateralen Abkommen
von EA, ILAC und IAF zur gegenseitigen Anerkennung

Akkreditierung



Die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH bestätigt hiermit, dass die

TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH

mit ihrer

Messstelle für Immissionsschutz (Environmental Protection)
Am Grauen Stein, 51105 Köln

und ihrer unselbständigen Messstelle

Robert-Koch-Straße 27, 55129 Mainz

die Kompetenz nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 besitzt, Prüfungen in folgenden Bereichen durchzuführen:

Bestimmung (Probenahme und Analytik) von anorganischen und organischen gas- oder partikelförmigen Luftinhaltsstoffen im Rahmen von Emissions- und Immissionsmessungen; Probenahme von luftgetragenen polyhalogenierten Dibenzo-p-Dioxinen und Dibenzofuranen bei Emissionen und Immissionen; Probenahme von faserförmigen Partikeln bei Emissionen und Immissionen; Ermittlung von gas- oder partikelförmigen Luftinhaltsstoffen mit kontinuierlich arbeitenden Messgeräten; Bestimmung von Geruchsstoffen in Luft; Kalibrierungen und Funktionsprüfungen kontinuierlich arbeiten-der Messgeräte für Luftinhaltsstoffe einschließlich Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung; Eignungsprüfungen von automatisch arbeitenden Emissions- und Immissionsmesseinrichtungen einschließlich Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung; Feuerraummessungen; Ermittlung der Emissionen und Immissionen von Geräuschen; Ermittlung von Geräuschen und Vibrationen am Arbeitsplatz;
Modul Immissionsschutz

Die Akkreditierungsurkunde gilt nur in Verbindung mit dem Bescheid vom 13.05.2011 mit der Akkreditierungsnummer D-PL-11120-02 und ist gültig bis 31.01.2013. Sie besteht aus diesem Deckblatt, der Rückseite des Deckblatts und der folgenden Anlage mit insgesamt 32 Seiten.

Registrierungsnummer der Urkunde: **D-PL-11120-02-00**

Berlin, 13.05.2011

i. V. Valbuena
Andrea Valbuena
Abteilungsleiterin

Siehe Hinweise auf der Rückseite

Abbildung 61: Akkreditierungs-Urkunde nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005

Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

Standort Berlin
Spittelmarkt 10
10117 Berlin

Standort Frankfurt am Main
Gartenstraße 6
60594 Frankfurt am Main

Standort Braunschweig
Bundesallee 100
38116 Braunschweig

Die auszugsweise Veröffentlichung der Akkreditierungsurkunde bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung der DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH. Ausgenommen davon ist die separate Weiterverbreitung des Deckblattes durch die umseitig genannte Konformitätsbewertungsstelle in unveränderter Form.

Es darf nicht der Anschein erweckt werden, dass sich die Akkreditierung auch auf Bereiche erstreckt, die über den durch die DAkkS bestätigten Akkreditierungsbereich hinausgehen.

Die Akkreditierung erfolgte gemäß des Gesetzes über die Akkreditierungsstelle (AkkStelleG) vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2625) sowie der Verordnung (EG) Nr. 765/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. Juli 2008 über die Vorschriften für die Akkreditierung und Marktüberwachung im Zusammenhang mit der Vermarktung von Produkten (Abl. L 218 vom 9. Juli 2008, S. 30).
Die DAkkS ist Unterzeichnerin der Multilateralen Abkommen zur gegenseitigen Anerkennung der European co-operation for Accreditation (EA), des International Accreditation Forum (IAF) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC). Die Unterzeichner dieser Abkommen erkennen ihre Akkreditierungen gegenseitig an.

Der aktuelle Stand der Mitgliedschaft kann folgenden Webseiten entnommen werden:
EA: www.european-accreditation.org
ILAC: www.ilac.org
IAF: www.iaf.nu

Abbildung 61: Akkreditierungs-Urkunde nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 - Seite 2



Tabelle 73: Einzelwerte der Kalibriermessungen, Messobjekt Ammoniak zu Beginn des Feldtests, Messbereich 0 – 10 mg/m³ ≙ 4 – 20 mA

lfd. Nr.	Messwertanzeige Gerät 1 mA	Messwertanzeige Gerät 2 mA	Ergebnis Vergleichsmessung mg/m³ NH_3 nf
1	7,72	7,41	2,5
2	8,75	8,40	2,9
3	8,60	8,35	2,8
4	7,79	7,87	2,6
5	7,82	7,96	2,2
6	8,31	8,36	2,6
7	9,15	8,97	2,9
8	7,71	7,85	2,2
9	7,99	8,08	2,1
10	8,40	8,28	2,3
11	8,46	8,31	2,9
12	8,56	8,41	2,7
13	8,45	8,25	2,8
14	7,51	7,38	2,1
15	7,62	7,49	2,0

Tabelle 74: Einzelwerte der Kalibriermessungen, Messobjekt Ammoniak zum Ende des Feldtests, Messbereich 0 – 10 mg/m³ ≙ 4 – 20 mA

lfd. Nr.	Messwertanzeige Gerät 1 mA	Messwertanzeige Gerät 2 mA	Ergebnis Vergleichsmessung mg/m³ NH_3 nf
1	6,61	6,26	1,4
2	7,09	6,50	1,5
3	7,19	6,07	1,5
4	8,47	6,64	2,6
5	7,88	5,88	1,7
6	7,63	6,85	2,8
7	5,83	6,40	1,8
8	12,06	12,05	4,4
9	14,85	14,95	5,9
10	18,64	18,90	8,5
11	6,96	6,29	1,7
12	8,08	6,85	2,3
13	7,62	6,36	1,8
14	7,12	6,34	2,0
15	7,72	7,15	2,1
16	6,37	6,34	1,7

Tabelle 75: Einzelwerte der Kalibriermessungen, Messobjekt Abgasfeuchte zu Beginn des Feldtests, Messbereich 0 – 40 Vol.-% ≙ 4 – 20 mA

lfd. Nr.	Messwertanzeige Gerät 1 mA	Messwertanzeige Gerät 2 mA	Ergebnis Vergleichsmessung Vol.-% H_2O nf
1	11,9	12,0	20,8
2	11,5	11,6	19,7
3	11,0	11,1	17,0
4	10,1	10,3	15,6
5	10,3	10,5	16,0
6	10,7	10,9	15,4
7	10,6	10,7	15,8
8	10,9	11,1	17,8
9	10,9	10,9	16,9
10	10,5	10,6	16,5
11	11,0	11,1	17,4
12	10,9	11,0	15,5
13	10,9	10,9	16,7
14	10,7	10,7	15,9
15	11,1	11,1	17,4

Tabelle 76: Einzelwerte der Kalibriermessungen, Messobjekt Ammoniak zum Ende des Feldtests, Messbereich 0 – 40 Vol.-% ≙ 4 – 20 mA

lfd. Nr.	Messwertanzeige Gerät 1 mA	Messwertanzeige Gerät 2 mA	Ergebnis Vergleichsmessung Vol.-% H_2O nf
1	11,5	11,7	19,9
2	11,5	11,7	19,4
3	11,7	11,8	18,5
4	11,2	11,3	17,6
5	11,6	11,7	18,8
6	11,4	11,6	18,1
7	10,7	10,9	15,9
8	10,4	10,6	17,6
9	10,4	10,6	17,0
10	10,4	10,7	16,9
11	10,5	10,7	17,3
12	10,3	10,5	15,4
13	10,6	10,8	17,0
14	10,5	10,7	16,9
15	10,7	11,0	17,6
16	10,7	11,0	17,8



Tabelle 77: Daten der Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt – NH_3

Messgerät: LaserGas II im Labortest
Komponente: NH_3 (Zertifizierungsbereich = 0 - 10 mg/m³)

	Nullpunkt		
	Uhrzeit hh:mm:ss	Gerät 1 mA	Gerät 2 mA
Start	13:30:00	-	-
1	13:34:00	4,03	4,02
2	13:35:00	4,05	4,01
3	13:36:00	4,04	4,02
4	13:37:00	4,04	4,01
5	13:38:00	4,01	4,01
6	13:39:00	4,00	4,02
7	13:40:00	3,99	4,01
8	13:41:00	4,05	4,01
9	13:42:00	4,00	4,01
10	13:43:00	4,00	4,02
11	13:44:00	3,99	4,02
12	13:45:00	4,00	4,03
13	13:46:00	4,01	4,00
14	13:47:00	4,01	4,01
15	13:48:00	3,99	4,02
16	13:49:00	4,00	4,01
17	13:50:00	4,01	4,01
18	13:51:00	4,01	4,00
19	13:52:00	4,00	4,00
20	13:53:00	4,01	4,00

Tabelle 78: Daten der Wiederholstandardabweichung am Nullpunkt – H_2O

Messgerät: LaserGas II im Labortest
Komponente: H_2O (Zertifizierungsbereich = 0 - 40 Vol.-%)

	Nullpunkt		
	Uhrzeit hh:mm:ss	**Gerät 1** mA	**Gerät 2** mA
Start	13:30:00	-	-
1	13:34:00	4,01	4,02
2	13:35:00	4,01	4,02
3	13:36:00	4,01	4,03
4	13:37:00	4,01	4,03
5	13:38:00	4,01	4,03
6	13:39:00	4,01	4,03
7	13:40:00	4,01	4,03
8	13:41:00	4,01	4,03
9	13:42:00	4,01	4,03
10	13:43:00	4,01	4,03
11	13:44:00	4,01	4,03
12	13:45:00	4,01	4,03
13	13:46:00	4,01	4,03
14	13:47:00	4,01	4,03
15	13:48:00	4,01	4,03
16	13:49:00	4,01	4,03
17	13:50:00	4,01	4,03
18	13:51:00	4,01	4,03
19	13:52:00	4,01	4,03
20	13:53:00	4,01	4,03



Tabelle 79: Daten der Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt – NH_3

Messgerät: LaserGas II im Labortest
Komponente: NH_3 (Zertifizierungsbereich = 0 - 10 mg/m³)

	Referenzpunkt		
	Uhrzeit hh:mm:ss	**Gerät 1** mA	**Gerät 2** mA
Start	16:37:00	-	-
1	16:41:00	16,72	16,78
2	16:42:00	16,79	16,70
3	16:43:00	16,82	16,75
4	16:44:00	16,74	16,81
5	16:45:00	16,72	16,78
6	16:46:00	16,79	16,93
7	16:47:00	16,83	16,74
8	16:48:00	16,69	16,71
9	16:49:00	16,80	16,79
10	16:50:00	16,76	16,77
11	16:51:00	16,72	16,78
12	16:52:00	16,86	16,74
13	16:53:00	16,74	16,71
14	16:54:00	16,82	16,72
15	16:55:00	16,85	16,68
16	16:56:00	16,86	16,83
17	16:57:00	16,82	16,67
18	16:58:00	16,82	16,74
19	16:59:00	16,74	16,79
20	17:00:00	16,67	16,75

Tabelle 80: Daten der Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt – H_2O

Messgerät: LaserGas II im Labortest
Komponente: H_2O (Zertifizierungsbereich = 0 - 40 Vol.-%)

	Referenzpunkt		
	Uhrzeit hh:mm:ss	**Gerät 1** mA	**Gerät 2** mA
Start	16:37:00	-	-
1	16:41:00	16,88	16,86
2	16:42:00	16,85	16,91
3	16:43:00	16,81	16,88
4	16:44:00	16,78	16,87
5	16:45:00	16,75	16,90
6	16:46:00	16,77	16,85
7	16:47:00	16,81	16,79
8	16:48:00	16,76	16,87
9	16:49:00	16,75	16,77
10	16:50:00	16,74	16,85
11	16:51:00	16,74	16,82
12	16:52:00	16,81	16,89
13	16:53:00	16,84	16,90
14	16:54:00	16,77	16,91
15	16:55:00	16,75	16,84
16	16:56:00	16,74	16,77
17	16:57:00	16,85	16,79
18	16:58:00	16,78	16,84
19	16:59:00	16,84	16,83
20	17:00:00	16,85	16,94



Tabelle 81: Daten der Klimaprüfung – NH_3

Messgerät: SERVOTOUGH Laser im Labortest
Komponente: NH_3 (Zertifizierungsbereich = 0 - 10 mg/m³)

Gerät 1		**Nullpunkt**				**Referenzpunkt**			
1. Durchgang	Uhrzeit	1.	2.	3.	∅	1.	2.	3.	∅
Temperatur	hh:mm	mA	mA	mA	mA	mA	mA	mA	mA
20	9:17	4,01	4,01	4,01	4,01	16,8	16,8	16,8	16,8
0	16:12	4,01	4,01	4,01	4,01	16,9	17,1	16,9	16,9
-20	8:36	4,01	4,01	4,01	4,01	17,1	17,1	17,1	17,1
20	16:55	4,01	4,01	4,01	4,01	16,8	16,8	16,8	16,8
50	7:53	4,03	4,03	4,03	4,03	16,8	16,8	16,8	16,8
20	16:11	4,02	4,02	4,02	4,02	16,8	16,8	16,8	16,8

Gerät 2		**Nullpunkt**				**Referenzpunkt**			
1. Durchgang	Uhrzeit	1.	2.	3.	∅	1.	2.	3.	∅
Temperatur	hh:mm	mA	mA	mA	mA	mA	mA	mA	mA
20	9:17	4,03	4,03	4,03	4,03	16,8	16,8	16,8	16,8
0	16:12	4,01	4,00	4,01	4,01	16,9	16,9	16,9	16,9
-20	8:36	4,06	4,07	4,07	4,07	17,1	17,1	17,1	17,1
20	16:55	4,06	4,07	4,07	4,07	16,9	16,9	16,9	16,9
50	7:53	3,95	3,95	3,95	3,95	16,8	16,8	16,8	16,8
20	16:11	4,03	4,02	4,03	4,03	16,8	16,8	16,8	16,8

Tabelle 82: Daten der Netzspannungsprüfung – NH_3

Nullpunkt		Gerät 1				Gerät 2			
1.Durchgang	Uhrzeit	1.	2.	3.	Mittel	1.	2.	3.	Mittel
Volt	hh:mm	mA	mA	mA	mA	mA	mA	mA	mA
230	12:00	4,01	4,01	3,99	4,00	4,01	4,02	4,02	4,02
242	12:11	4,03	4,01	4,02	4,02	4,01	4,04	4,02	4,02
253	12:24	3,99	4,03	4,00	4,01	4,01	4,00	3,99	4,00
230	12:36	4,00	4,00	4,01	4,00	4,01	4,01	3,99	4,00
219	12:47	4,00	3,99	3,99	3,99	4,00	4,01	4,01	4,01
207	12:58	3,99	3,99	4,01	4,00	4,02	3,99	4,01	4,01
196	13:09	3,99	4,01	4,01	4,00	4,02	4,03	4,04	4,03

Referenzpunkt		Gerät 1				Gerät 2			
1.Durchgang	Uhrzeit	1.	2.	3.	Mittel	1.	2.	3.	Mittel
Volt	hh:mm	mA	mA	mA	mA	mA	mA	mA	mA
230	14:02	16,6	16,6	16,6	16,6	16,9	16,9	16,9	16,9
242	14:12	16,6	16,6	16,6	16,6	16,9	16,9	16,9	16,9
253	14:23	16,6	16,6	16,6	16,6	16,9	16,9	16,9	16,9
230	14:34	16,6	16,6	16,6	16,6	16,9	16,9	16,9	16,9
219	14:45	16,6	16,6	16,6	16,6	16,9	16,9	16,9	16,9
207	14:55	16,6	16,6	16,6	16,6	16,9	17,0	16,9	16,9
196	15:06	16,6	16,6	16,6	16,6	16,9	16,9	16,9	16,9

Tabelle 83: Daten der Netzspannungsprüfung – H_2O

Nullpunkt		Gerät 1				Gerät 2			
1.Durchgang	Uhrzeit	1.	2.	3.	Mittel	1.	2.	3.	Mittel
Volt	hh:mm	mA	mA	mA	mA	mA	mA	mA	mA
230	12:00	4,01	4,02	4,03	4,02	16,61	16,61	16,63	16,62
242	12:11	4,00	4,01	4,01	4,01	16,61	16,62	16,62	16,62
253	12:24	4,02	4,01	4,01	4,01	16,62	16,60	16,61	16,61
230	12:36	4,02	4,02	4,02	4,02	16,61	16,61	16,62	16,61
219	12:47	4,02	4,02	4,01	4,02	16,63	16,62	16,62	16,62
207	12:58	4,02	4,01	4,01	4,01	16,62	16,61	16,61	16,61
196	13:09	4,01	4,01	4,01	4,01	16,61	16,62	16,62	16,62

Referenzpunkt		Gerät 1				Gerät 2			
1.Durchgang	Uhrzeit	1.	2.	3.	Mittel	1.	2.	3.	Mittel
Volt	hh:mm	mA	mA	mA	mA	mA	mA	mA	mA
230	15:40	4,0	4,0	4,0	4,0	16,7	16,6	16,6	16,6
242	15:54	4,0	4,0	4,0	4,0	16,6	16,6	16,6	16,6
253	16:05	4,0	4,0	4,0	4,0	16,7	16,6	16,6	16,6
230	16:17	4,0	4,0	4,0	4,0	16,7	16,7	16,7	16,7
219	16:28	4,0	4,0	4,0	4,0	16,7	16,6	16,6	16,6
207	16:40	4,0	4,0	4,0	4,0	16,6	16,6	16,6	16,6
196	16:51	4,0	4,0	4,0	4,0	16,6	16,6	16,6	16,6



Tabelle 84: Daten der Auswanderung des Messstrahls – NH_3, Gerät 1

		Messkomponente:		*NH₃*			
		Gerät 1 (3187)					
		Nullpunkt Sendeeinheit			**Nullpunkt Empfängereinheit**		
Messweglänge in m	**Verschwenkung**	**Anzeige in mA**	**Abw. in % MBE**	**Transmission**	**Anzeige in mA**	**Abw. in % MBE**	**Transmission**
1,0	Vertikal 0,0°	4,01	-	99%	4,02	-	99%
1,0	Vertikal 0,1°	4,02	0,13	95%	4,03	0,10	95%
1,0	Vertikal 0,2°	3,98	-0,30	87%	4,06	0,40	88%
1,0	Vertikal 0,3°	3,95	-0,60	74%	4,08	0,60	76%
1,0	Vertikal -0,1°	4,01	0,00	96%	4,02	0,00	95%
1,0	Vertikal -0,2°	3,98	-0,30	89%	3,98	-0,40	87%
1,0	Vertikal -0,3°	4,04	0,30	71%	4,04	0,20	74%
1,0	horizontal 0,0°	4,01	-	99%	4,01	-	98%
1,0	horizontal 0,1°	4,01	0,00	92%	4,03	0,20	94%
1,0	horizontal 0,2°	4,03	0,20	82%	4,06	0,50	87%
1,0	horizontal 0,3°	4,05	0,40	73%	4,08	0,70	76%
1,0	horizontal -0,1°	4,02	0,10	93%	4,04	0,30	90%
1,0	horizontal -0,2°	3,97	-0,40	88%	4,08	0,70	89%
1,0	horizontal -0,3°	4,06	0,50	76%	4,10	0,90	75%

		Messkomponente:		*NH₃*			
		Gerät 1 (3187)					
		Referenzpunkt Sendeeinheit			**Referenzpunkt Empfängereinheit**		
Messweglänge in m	**Verschwenkung**	**Anzeige in mA**	**Abw. in % MBE**	**Transmission**	**Anzeige*) in mA**	**Abw. in % MBE**	**Transmission**
1,0	Vertikal 0,0°	16,53	-	98%	16,61	-	97%
1,0	Vertikal 0,1°	16,49	-0,40	94%	16,58	-0,30	94%
1,0	Vertikal 0,2°	16,47	-0,60	90%	16,54	-0,70	87%
1,0	Vertikal 0,3°	16,46	-0,70	81%	16,52	-0,90	81%
1,0	Vertikal -0,1°	16,55	0,20	97%	16,55	-0,60	96%
1,0	Vertikal -0,2°	16,48	-0,50	91%	16,57	-0,40	90%
1,0	Vertikal -0,3°	16,56	0,30	79%	16,72	1,10	83%
1,0	horizontal 0,0°	16,58	-	98%	16,64	-	98%
1,0	horizontal 0,1°	16,61	0,30	95%	16,61	-0,30	91%
1,0	horizontal 0,2°	16,54	-0,40	90%	16,68	0,40	88%
1,0	horizontal 0,3°	16,48	-1,00	81%	16,69	0,50	79%
1,0	horizontal -0,1°	16,55	-0,30	95%	16,65	0,10	96%
1,0	horizontal -0,2°	16,50	-0,80	87%	16,59	-0,50	88%
1,0	horizontal -0,3°	16,47	-1,10	78%	16,54	-1,00	77%

Tabelle 85: Daten der Auswanderung des Messstrahls – NH_3, Gerät 2

		Messkomponente:		*NH_3*			
		Gerät 2 (3188)					
		Nullpunkt Sendeeinheit			**Nullpunkt Empfängereinheit**		
Messweglänge in m	**Verschwenkung**	**Anzeige in mA**	**Abw. in % MBE**	**Transmission**	**Anzeige in mA**	**Abw. in % MBE**	**Transmission**
1,0	Vertikal 0,0°	4,02	-	98%	4,00	-	99%
1,0	Vertikal 0,1°	4,03	0,10	94%	4,02	0,20	95%
1,0	Vertikal 0,2°	4,06	0,40	90%	3,97	-0,30	84%
1,0	Vertikal 0,3°	4,07	0,50	79%	3,93	-0,70	76%
1,0	Vertikal -0,1°	4,01	-0,10	93%	4,02	0,20	92%
1,0	Vertikal -0,2°	4,05	0,30	88%	3,97	-0,30	87%
1,0	Vertikal -0,3°	3,97	-0,50	76%	3,94	-0,60	80%
1,0	horizontal 0,0°	4,01	-	98%	4,00	-	99%
1,0	horizontal 0,1°	4,02	0,10	91%	4,02	0,20	97%
1,0	horizontal 0,2°	4,04	0,30	86%	4,05	0,50	89%
1,0	horizontal 0,3°	4,06	0,50	76%	3,96	-0,40	81%
1,0	horizontal -0,1°	4,00	-0,10	96%	4,03	0,30	94%
1,0	horizontal -0,2°	3,98	-0,30	88%	4,05	0,50	83%
1,0	horizontal -0,3°	4,05	0,40	79%	4,07	0,70	77%

		Messkomponente:		*NH_3*			
		Gerät 2 (3188)					
		Referenzpunkt Sendeeinheit			**Referenzpunkt Empfängereinheit**		
Messweglänge in m	**Verschwenkung**	**Anzeige in mA**	**Abw. in % MBE**	**Transmission**	**Anzeige in mA**	**Abw. in % MBE**	**Transmission**
1,0	Vertikal 0,0°	16,48	-	98%	16,55	-	98%
1,0	Vertikal 0,1°	16,45	-0,30	93%	16,51	-0,40	93%
1,0	Vertikal 0,2°	16,43	-0,50	84%	16,59	0,40	85%
1,0	Vertikal 0,3°	16,55	0,70	79%	16,63	0,80	83%
1,0	Vertikal -0,1°	16,52	0,40	97%	16,59	0,40	95%
1,0	Vertikal -0,2°	16,47	-0,10	93%	16,65	1,00	89%
1,0	Vertikal -0,3°	16,43	-0,50	81%	16,67	1,20	83%
1,0	horizontal 0,0°	16,54	-	99%	16,60	-	98%
1,0	horizontal 0,1°	16,50	-0,40	63%	16,57	-0,30	94%
1,0	horizontal 0,2°	16,48	-0,60	89%	16,54	-0,60	89%
1,0	horizontal 0,3°	16,46	-0,80	81%	16,67	0,70	80%
1,0	horizontal -0,1°	16,51	-0,30	94%	16,61	0,10	94%
1,0	horizontal -0,2°	16,57	0,30	85%	16,55	-0,50	86%
1,0	horizontal -0,3°	16,46	-0,80	77%	16,52	-0,80	73%



Tabelle 86: Daten der Auswanderung des Messstrahls – H_2O, Gerät 1

		Messkomponente:			*H_2O*		
		Gerät 1 (3187)					
		Nullpunkt Sendeeinheit			**Nullpunkt Empfängereinheit**		
Messweglänge in m	**Verschwenkung**	**Anzeige in mA**	**Abw. in % MBE**	**Transmission**	**Anzeige in mA**	**Abw. in % MBE**	**Transmission**
1,0	Vertikal 0,0°	4,01	-	99%	4,02	-	99%
1,0	Vertikal 0,1°	4,02	0,03	95%	4,05	0,08	95%
1,0	Vertikal 0,2°	4,03	0,05	87%	4,07	0,13	88%
1,0	Vertikal 0,3°	3,99	-0,05	74%	4,10	0,20	76%
1,0	Vertikal -0,1°	4,02	0,02	96%	4,00	-0,05	95%
1,0	Vertikal -0,2°	3,97	-0,10	89%	3,97	-0,12	87%
1,0	Vertikal -0,3°	4,02	0,02	71%	4,06	0,10	74%
1,0	horizontal 0,0°	4,01	-	99%	4,02	-	98%
1,0	horizontal 0,1°	4,02	0,02	92%	4,06	0,10	94%
1,0	horizontal 0,2°	4,04	0,08	82%	4,08	0,15	87%
1,0	horizontal 0,3°	4,07	0,15	73%	4,11	0,23	76%
1,0	horizontal -0,1°	4,02	0,02	93%	4,05	0,08	90%
1,0	horizontal -0,2°	4,06	0,13	88%	4,03	0,03	89%
1,0	horizontal -0,3°	3,96	-0,13	76%	3,92	-0,25	75%

		Messkomponente:			*H_2O*		
		Gerät 1 (3187)					
		Referenzpunkt Sendeeinheit			**Referenzpunkt Empfängereinheit**		
Messweglänge in m	**Verschwenkung**	**Anzeige in mA**	**Abw. in % MBE**	**Transmission**	**Anzeige*) in mA**	**Abw. in % MBE**	**Transmission**
1,0	Vertikal 0,0°	16,24	-	98%	16,32	-	97%
1,0	Vertikal 0,1°	16,28	0,10	94%	16,27	-0,13	94%
1,0	Vertikal 0,2°	16,35	0,28	90%	16,24	-0,20	87%
1,0	Vertikal 0,3°	16,37	0,33	81%	16,25	-0,18	81%
1,0	Vertikal -0,1°	16,30	0,15	97%	16,28	-0,10	96%
1,0	Vertikal -0,2°	16,35	0,28	91%	16,24	-0,20	90%
1,0	Vertikal -0,3°	16,41	0,43	79%	16,22	-0,25	83%
1,0	horizontal 0,0°	16,38	-	98%	16,27	-	98%
1,0	horizontal 0,1°	16,30	-0,20	95%	16,34	0,18	91%
1,0	horizontal 0,2°	16,31	-0,18	90%	16,38	0,27	88%
1,0	horizontal 0,3°	16,27	-0,27	81%	16,21	-0,15	79%
1,0	horizontal -0,1°	16,30	-0,20	95%	16,27	0,00	96%
1,0	horizontal -0,2°	16,38	0,00	87%	16,39	0,30	88%
1,0	horizontal -0,3°	16,47	0,23	78%	16,23	-0,10	77%

Tabelle 87: Daten der Auswanderung des Messstrahls – H_2O, Gerät 2

		Messkomponente:		*H_2O*			
		Gerät 2 (3188)					
		Nullpunkt Sendeeinheit			**Nullpunkt Empfängereinheit**		
Messweglänge in m	**Verschwenkung**	**Anzeige in mA**	**Abw. in % MBE**	**Transmission**	**Anzeige in mA**	**Abw. in % MBE**	**Transmission**
1,0	Vertikal 0,0°	4,03	-	98%	4,02	-	99%
1,0	Vertikal 0,1°	4,05	0,05	94%	3,99	-0,07	95%
1,0	Vertikal 0,2°	4,06	0,07	90%	3,96	-0,15	84%
1,0	Vertikal 0,3°	4,09	0,15	79%	4,08	0,15	76%
1,0	Vertikal -0,1°	4,03	0,00	93%	4,02	0,00	92%
1,0	Vertikal -0,2°	4,09	0,15	88%	4,05	0,08	87%
1,0	Vertikal -0,3°	3,96	-0,18	76%	4,08	0,15	80%
1,0	horizontal 0,0°	4,01	-	98%	4,05	-	99%
1,0	horizontal 0,1°	4,05	0,10	91%	4,09	0,10	97%
1,0	horizontal 0,2°	4,05	0,10	86%	4,10	0,13	89%
1,0	horizontal 0,3°	4,11	0,25	76%	4,16	0,28	81%
1,0	horizontal -0,1°	4,01	0,00	96%	4,06	0,02	94%
1,0	horizontal -0,2°	4,05	0,10	88%	4,11	0,15	83%
1,0	horizontal -0,3°	4,08	0,18	79%	4,16	0,28	77%

		Messkomponente:		*H_2O*			
		Gerät 2 (3188)					
		Referenzpunkt Sendeeinheit			**Referenzpunkt Empfängereinheit**		
Messweglänge in m	**Verschwenkung**	**Anzeige in mA**	**Abw. in % MBE**	**Transmission**	**Anzeige in mA**	**Abw. in % MBE**	**Transmission**
1,0	Vertikal 0,0°	16,33	-	98%	16,22	-	98%
1,0	Vertikal 0,1°	16,41	0,20	93%	16,20	-0,05	93%
1,0	Vertikal 0,2°	16,45	0,30	84%	16,14	-0,20	85%
1,0	Vertikal 0,3°	16,51	0,45	79%	16,31	0,23	83%
1,0	Vertikal -0,1°	16,44	0,28	97%	16,30	0,20	95%
1,0	Vertikal -0,2°	16,52	0,48	93%	16,38	0,40	89%
1,0	Vertikal -0,3°	16,59	0,65	81%	16,39	0,43	83%
1,0	horizontal 0,0°	16,42	-	99%	16,27	-	98%
1,0	horizontal 0,1°	16,45	0,07	63%	16,24	-0,08	94%
1,0	horizontal 0,2°	16,48	0,15	89%	16,31	0,10	89%
1,0	horizontal 0,3°	16,57	0,37	81%	16,34	0,18	80%
1,0	horizontal -0,1°	16,51	0,23	94%	16,25	-0,05	94%
1,0	horizontal -0,2°	16,44	0,05	85%	16,22	-0,13	86%
1,0	horizontal -0,3°	16,57	0,37	77%	16,37	0,25	73%

Tabelle 88: Gesamtunsicherheitsberechnung – NH_3

Berechnung der Gesamtunsicherheit für die QAL1 Prüfung nach EN 14181 und DIN EN 15267-3

Hersteller-Angaben

Hersteller	NEO monitors / Servomex
Bezeichnung Messgerät	LaserGas II / SERVOTOUGH Laser
Seriennummer	3187 / 3188 / 3473 / 3474
Messprinzip	Spektroskopie

TÜV-Auftrag		
Prüf-Bericht	936/21216873/A	
Datum	19.10.2011	
Bearbeiter	Röllig	
Messkomponente	Ammoniak	
Zertifizierungsbereich	10	mg/m³
Bewertung der Querempfindlichkeit (QE)	QE $X_{max,j}$	
bis 21 Vol.-% Sauerstoff	0,00	mg/m³
bis 30 Vol.-% Feuchtigkeit	0,00	mg/m³
bis 300 mg/m³ Kohlenstoffmonoxid	-0,05	mg/m³
bis 15 Vol.-% Kohlenstoffdioxid	-0,04	mg/m³
bis 50 mg/m³ Methan	0,08	mg/m³
bis 100 mg/m³ Di-Stickstoffmonoxid	-0,04	mg/m³
bis 300 mg/m³ Stickstoffmonoxid	0,00	mg/m³
bis 30 mg/m³ Stickstoffdioxid	0,00	mg/m³
bis 1000 mg/m³ Schwefeldioxid	-0,12	mg/m³
bis 200 mg/m³ Chlorwasserstoff	0,00	mg/m³
Summe positive QE	0,08	mg/m³
Summe negative QE	-0,25	mg/m³

Berechnung der erweiterten Messunsicherheit

Prüfgröße		$D X_{max,j}$		u^2
Standardabweichung aus Doppelbestimmungen *	u_{lof}	0,14	mg/m³	0,020
Linearität / Lack-of-fit	$u_{d,z}$	0,17	mg/m³	0,003
Nullpunktdrift aus Feldtest	$u_{d,s}$	0,05	mg/m³	0,001
Referenzpunktdrift aus Feldtest	u_t	-0,13	mg/m³	0,006
Einfluss der Umgebungstemperatur am Referenzpunkt	u_p	0,20	mg/m³	0,013
Einfluss der Netzspannung	u_f	-0,02	mg/m³	0,000
Querempfindlichkeit **	u_v	-0,25	mg/m³	0,021
Unsicherheit des Referenzmaterials bei 70% des ZB	u_{rm}	0,14	mg/m³	0,007
Auswanderung des Messstrahls	u_{mb}	0,12	mg/m³	0,005

* Der größere der Werte: "Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt" oder "Standardabweichung aus Doppelbestimmungen"
** Der Absolutwert der Summe negativer Querempfindlichkeiten ist größer als die Summe positiver Querempfindlichkeiten

$$u_c = \sqrt{\sum (u_{max,j})^2}$$

Kombinierte Standardunsicherheit (u_C)		0,3
Erweiterte Unsicherheit	$U = u_c * k = u_c * 1,96$	0,54
Relative erweiterte Unsicherheit	**U in % vom Grenzwert 10 mg/m³**	**5,4**
Anforderung nach 2000/76/EG and 2001/80/EG	**U in % vom Grenzwert 10 mg/m³**	**40,0**
Anforderung nach DIN EN 15267-3	U in % vom Grenzwert 10 mg/m³	30,0

Tabelle 89: Gesamtunsicherheitsberechnung – H_2O

Berechnung der Gesamtunsicherheit für die QAL1 Prüfung nach DIN EN 15267-3

Hersteller-Angaben				
Hersteller		NEO monitors		
Bezeichnung Messgerät		LaserGas II		
Seriennummer		3187 / 3188		
Messprinzip		Spektroskopie		
TÜV-Auftrag				
Prüf-Bericht		936/2121873/A		
Datum		19.10.2011		
Bearbeiter		Röllig		
Messkomponente		Wasser		
Zertifizierungsbereich		40	Vol.-%	
Bewertung der Querempfindlichkeit (QE)		QE $X_{max,j}$		
bis 21 Vol.-% Sauerstoff		0,20	Vol.-%	
bis 300 mg/m³ Kohlenstoffmonoxid		0,00	Vol.-%	
bis 15 Vol.-% Kohlenstoffdioxid		0,28	Vol.-%	
bis 50 mg/m³ Methan		-0,17	Vol.-%	
bis 100 mg/m³ Di-Stickstoffmonoxid		-0,22	Vol.-%	
bis 300 mg/m³ Stickstoffmonoxid		0,18	Vol.-%	
bis 30 mg/m³ Stickstoffdioxid		-0,20	Vol.-%	
bis 1000 mg/m³ Schwefeldioxid		-0,22	Vol.-%	
bis 200 mg/m³ Chlorwasserstoff		0,00	Vol.-%	
Summe positive QE		0,66	Vol.-%	
Summe negative QE		-0,81	Vol.-%	
Berechnung der erweiterten Messunsicherheit				
Prüfgröße		$D\,X_{max,j}$		u^2
Standardabweichung aus Doppelbestimmungen *	u_{lof}	0,39	Vol.-%	0,152
Linearität / Lack-of-fit	$u_{d,z}$	-0,56	Vol.-%	0,105
Nullpunktdrift aus Feldtest	$u_{d,s}$	0,04	Vol.-%	0,001
Referenzpunktdrift aus Feldtest	u_t	-0,16	Vol.-%	0,009
Einfluss der Umgebungstemperatur am Referenzpunkt	u_p	0,20	Vol.-%	0,013
Einfluss der Netzspannung	u_f	-0,08	Vol.-%	0,002
Querempfindlichkeit **	u_v	-0,81	Vol.-%	0,220
Unsicherheit des Referenzmaterials bei 70% des ZB	u_{rm}	0,56	Vol.-%	0,105
Auswanderung des Messstrahls	u_{mb}	0,26	Vol.-%	0,023

* Der größere der Werte: “Wiederholstandardabweichung am Referenzpunkt” oder “Standardabweichung aus Doppelbestimmungen”

** Der Absolutwert der Summe negativer Querempfindlichkeiten ist größer als die Summe positiver Querempfindlichkeiten

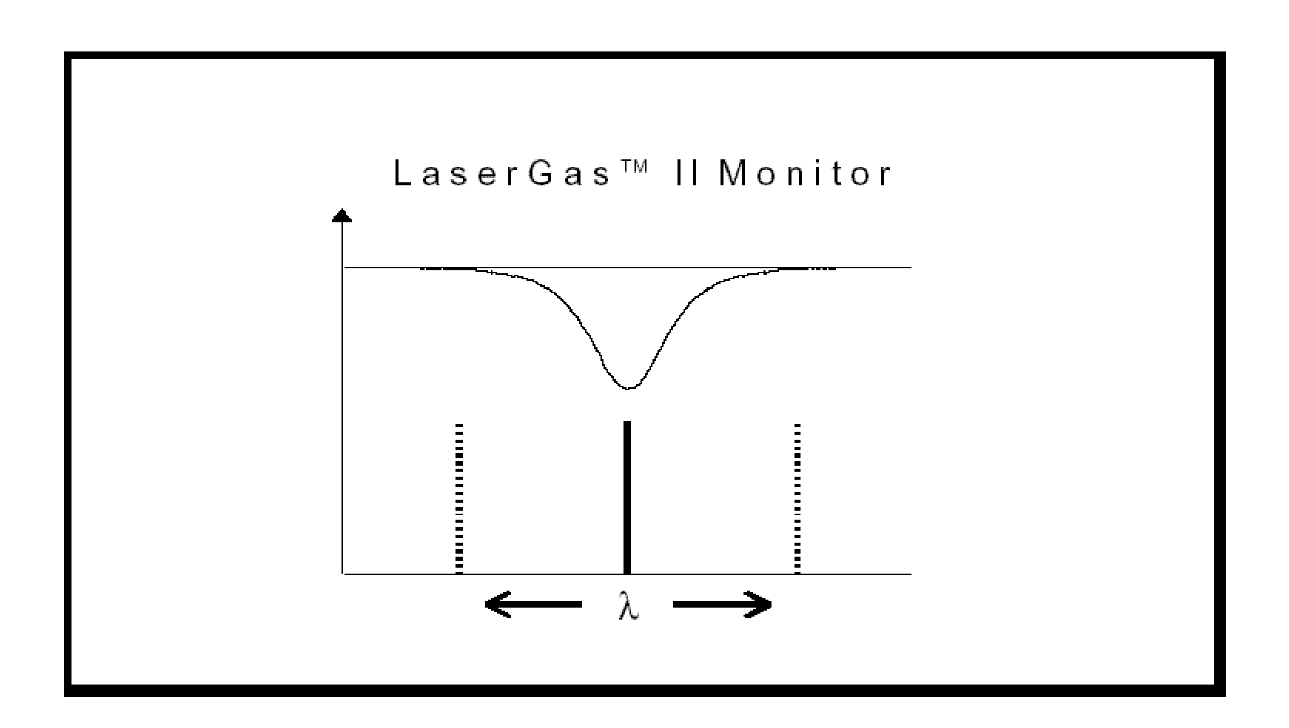
Kombinierte Standardunsicherheit (u_C)	$u_c = \sqrt{\sum (u_{max,j})^2}$	0,8
Erweiterte Unsicherheit	$U = u_c * k = u_c * 1{,}96$	1,55
Relative erweiterte Unsicherheit	**U in % vom Grenzwert 40 Vol.-%**	**3,9**
Anforderung nach 2000/76/EG and 2001/80/EG	**U in % vom Grenzwert 40 Vol.-%**	**10,0**
Anforderung nach DIN EN 15267-3	U in % vom Grenzwert 40 Vol.-%	7,5



10. Bedienungsanleitung







Benutzerhandbuch
Version 1.2

(Software Version 6.0 für Windows)

neo monitors as
Solheimveien 62 A
P.O. Box 384,
N-1471 Lørenskog
Tel.: +47 67 97 47 00
Fax: +47 67 97 49 00

Vertrieb:
BERNT GmbH
Grunerstraße 133
D-40239 Düsseldorf
Tel.: 02 11/63 10 65
Fax: 02 11/62 61 10

Vertrieb:
BERNT GmbH
Hans-Goltz-Weg 28
D-81247 München
Tel.: 089/81 10 330
Fax: 089/81 10 331

Stand: 27.12.2005

GERÄTE - SPEZIFIKATIONEN

Hersteller:	NEO Monitors AS
Ursprungsland der Ware:	Norwegen
Gerätetyp:	LaserGas™ II Diodenlaser-Spektrometer
Messprinzip:	Einlinienspektroskopie im nahen Infrarot-Bereich

Umgebungsbedingungen:

Betriebstemperatur:	-20°C bis +55°C
Lagertemperatur:	-20°C bis +55°C
Schutzgrad:	IP66

Elektrische Daten:

Spannungsversorgung Netzteil:	100 – 240 VAC; 50/60 Hz; 0,36 – 0,26A
Spannungsversorgung Analysator:	18 – 36 VDC, max. 20 W
Analogausgänge:	4-20 mA, galvanisch getrennt max. Bürde 500 Ω
Analogeingänge:	4-20 mA, potentialfrei (bis ± 200 V)
Relaisausgänge:	Belastung max. 1 A bei 30 VDC / AC
Laserklasse:	Klasse 1 nach IEC 60825-1
Anschlusskabel:	Außendurchmesser bis 9 mm Adernquerschnitt max. 0,5 mm^2 empfohlen 0,25 mm^2

INHALTSVERZEICHNIS

ABBILDUNGEN

TABELLEN

1. EINLEITUNG

1.1 Allgemeines

Dieses Handbuch enthält Anweisungen für Installation, Betrieb und Wartung des NEO LaserGas II Monitors sowie eine Beschreibung des LaserGas Monitors und seiner grundlegenden Eigenschaften.

Bitte lesen Sie insbesondere die Kapitel 3 und 4 vor der Inbetriebnahme des LaserGas Monitors sorgfältig durch.
Durch Befolgen der Anweisungen dieses Handbuches kann der Anwender den LaserGas Monitor erfolgreich installieren und betreiben sowie präventive Maßnahmen ergreifen, um die kontinuierliche Funktion des Gerätes sicherzustellen.
Das Ignorieren der Anweisungen kann zur Beschädigung des Gerätes und zum Erlöschen des Garantieanspruches führen.

NEO Monitors AS (NEOM), ein Tochterunternehmen der Norsk Elektro Optikk (NEO), ist erfreut, Ihnen ein Qualitätsgerät geliefert zu haben und garantiert zuverlässigen Service und Hilfestellung bei der Bedienung des Gerätes.

1.2 Messprinzip

Der LaserGas Monitor ist ein optisches Instrument, das infrarotes Laserlicht von der Sendereinheit gerade durch den Kanal, Kamin etc. zu der gegenüberliegenden Empfängereinheit sendet. Das Messergebnis wird aus der Absorption der Infrarotstrahlung durch die Gasmoleküle im Messpfad gewonnen.

Das Messprinzip der „Einlinien-Spektroskopie“ gründet auf der Tatsache, dass die meisten Gase bei bestimmten Wellenlängen Licht absorbieren. Die Absorption ist ein direktes Maß für die Gaskonzentration im Messpfad. Das Messprinzip ist in Abbildung 1-1 dargestellt.

Die Wellenlänge der Laserdiode wird über die gewählte Absorptionslinie variiert und die Absorption als Funktion der Wellenlänge ausgewertet.
Durch Anwendung der sogenannten Wellenlängenmodulationstechnik wird eine größere Empfindlichkeit erreicht. Bei dieser Methode wird die Laserwellenlänge

während des Abtastens moduliert. Das Detektionssignal wird spektral in auf die Lasermodulationsfrequenz abgestimmte Frequenzkomponenten zerlegt. Die Oberschwingung des Signals wird in der Regel zur Messung der Konzentration des absorbierenden Gases verwendet.

Da bei der gewählten Wellenlänge keine Absorptionslinien von anderen Gasen vorkommen, gibt es keine direkte Querempfindlichkeit. Die gemessene Gaskonzentration ist somit proportional zur Amplitude der Absorptionslinie.

Die gemessene Gaskonzentration kann allerdings durch eine andere Störgröße beeinflusst werden. Hierbei handelt es sich um den Linienverbreitungseffekt, der durch zusammenstoßende Moleküle hervorgerufen wird. Verschiedene Molekülarten können die Absorptionslinie unterschiedlich verbreitern. Die Breite der Absorptionslinie kann z.B. um bis zum 1 ½-fachen variieren, wenn sich die Wasserdampfkonzentration zwischen 0 und 30 Vol.% ändert (eine entsprechende Temperatur wird angenommen). Dadurch verringert sich die Absorptionslinienamplitude um etwa den gleichen Wert, selbst wenn alle anderen Gasparameter konstant bleiben. Dies hätte wiederum eine Senkung der gemessenen Gaskonzentration zur Folge, wenn nicht die Schwankung der Linienbreite in Betracht gezogen würde.

ANMERKUNG: Der LaserGas Monitor misst nur die Konzentration der FREIEN Moleküle des jeweiligen Gases, da er gegenüber den mit anderen Molekülen verbundenen oder zu Partikeln verdichteten oder aufgelösten Molekülen unempfindlich ist. Dies sollte beim Vergleich mit den Ergebnissen aus anderen Messtechniken berücksichtigt werden.

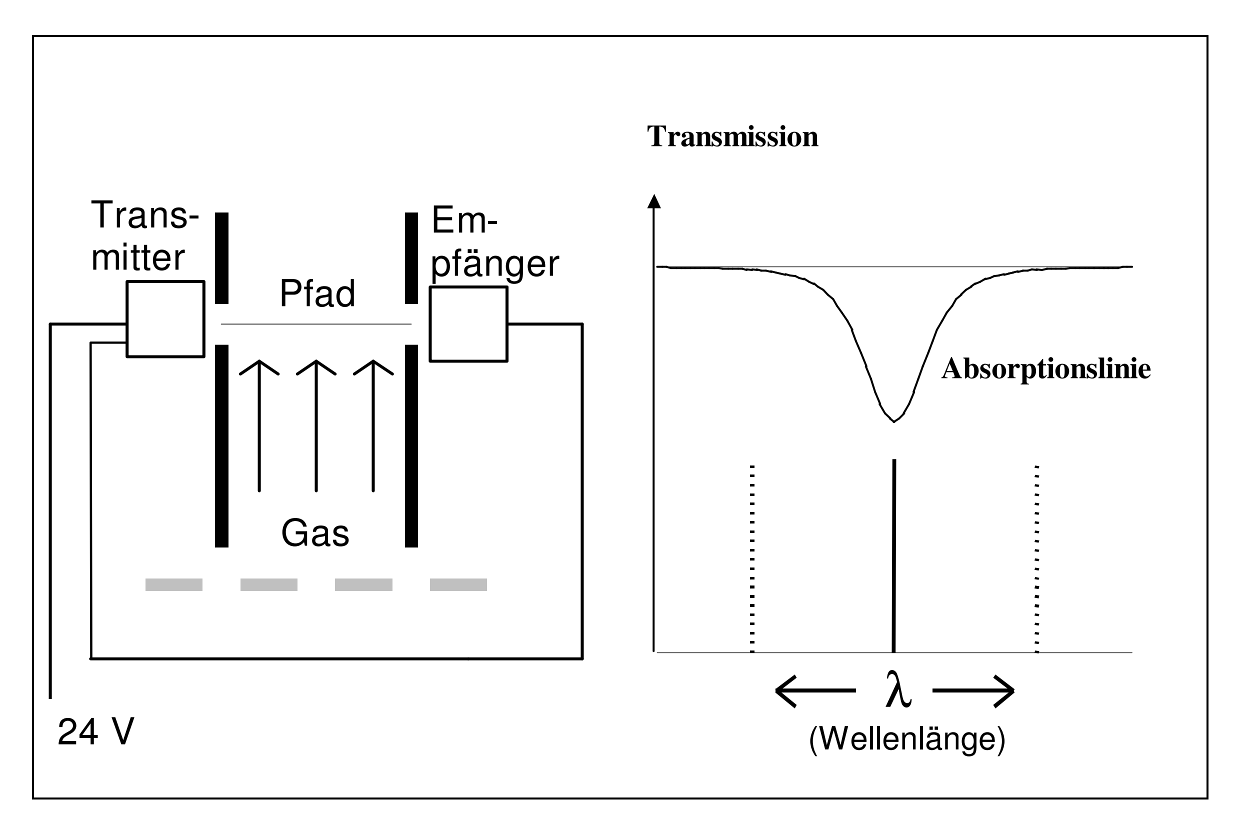


Abb. 1-1: Messprinzip LaserGas Monitor

1.3 Gerätebeschreibung

Der LaserGas Monitor besteht aus 3 separaten Einheiten:

- Sendereinheit mit Spülgasvorrichtung
- Empfängereinheit mit Spülgasvorrichtung
- Spannungsversorgung (wahlweise)

Die Sendereinheit wird auf einem DN50-Flansch montiert. Sie enthält eine temperaturstabilisierte Laserdiode, eine Optik zur Bündelung des Laserstrahls und eine Hauptplatine. Der Laser ist auf eine bestimmte, zur Gasdetektion benutzte Wellenlänge und Frequenz abgestimmt. Für die verschiedenen LaserGas Monitore variieren die Wellenlängen je nach dem zu messenden Gas zwischen 0,7 und 2 µm. Durch Veränderung des Diodenstromes wird die Wellenlänge des Lasers über der Absorptionslinie des Gases gescannt.

Die Sendereinheit beinhaltet auch die Hauptplatine und die Messwertanzeige. Über die RS232-Schnittstelle oder optional über die Ethernetschnittstelle kann für Servicearbeiten und zur Kalibrierung ein externer PC angeschlossen werden.

Die Empfängereinheit wird ebenfalls auf einem DN50-Flansch montiert. Sie enthält eine Linse zur Fokussierung des Laserstrahls auf den Detektor. Das empfangene Signal wird verstärkt und per Kabel zur Sendereinheit zurückgeführt.

Sowohl die Sender- als auch die Empfängereinheit verfügen über den Schutzgrad IP66. Das optische Fenster kann Drücke bis zu max. 6 bar standhalten. Die Montageflansche dienen gleichzeitig zur Ausrichtung und Stutzenspülung. Die Ausrichtung des Lasers ist einfach und zuverlässig. Die Spülung schützt die optischen Fenster vor Staub oder anderen Verschmutzungen.

Abbildung 1-2 zeigt den elektronischen Geräteaufbau. Die Senderelektronik befasst sich mit allen Berechnungs- und Überwachungsvorgängen.
Drei Relais für Sammelstörung, Wartungsanforderung sowie Konzentrationsgrenzwert sind auf einer Hilfsplatine integriert. Über die Software können die Grenzwertschwellen festgelegt werden. Die Relais sind ausgelegt für 30 VDC / AC, bei max. 1,0A Belastung. Genauere Informationen über die Relaisausgänge erhalten Sie in Kapitel 6.6.

Die RS232-Schnittstelle kann während der Inbetriebnahme, der Kalibrierung und für Servicearbeiten an einen externen PC angeschlossen werden.
Diese Schnittstelle befindet sich während des Normalbetriebes nicht in Gebrauch. Optional kann für Wartungsarbeiten zur Überbrückung von langen Kommunikations-strecken ein Modem genutzt werden. Die Messwertanzeige zeigt ständig die Gaskonzentration, die Transmission des Laserstrahls sowie den Gerätestatus (Warn- bzw. Fehlermeldungen) an. In Abschnitt 5.3 wird ein Überblick über die verschiedenen Fehlermeldungen gegeben.

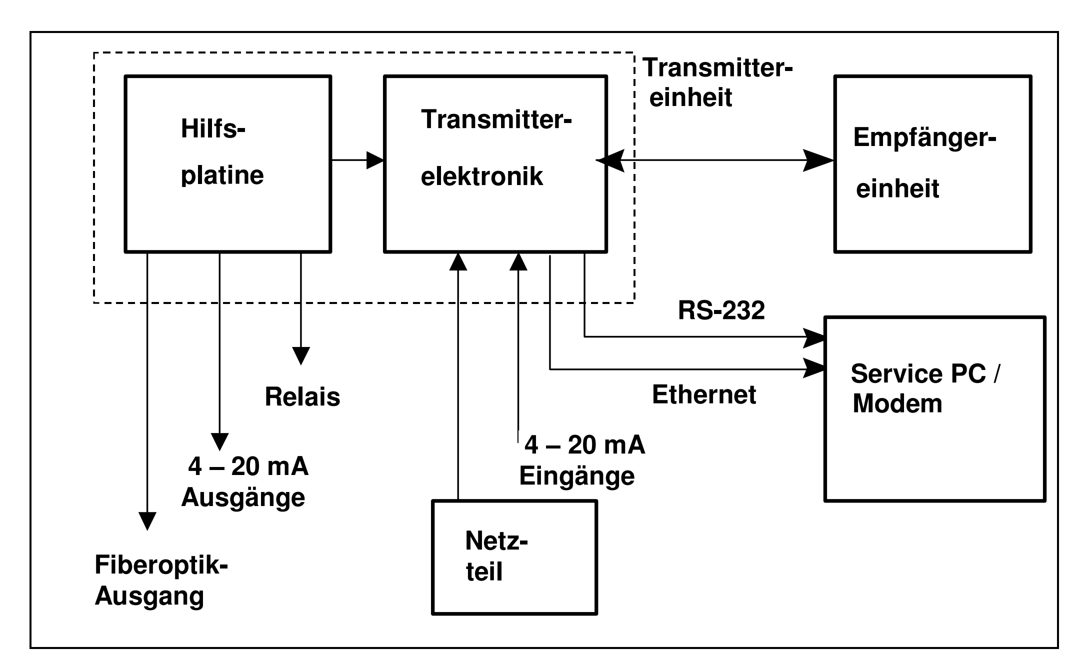


Abb. 1-2: Blockdiagramm LaserGas Monitor

1.4 Software

Die Software für den LaserGas Monitor besteht aus zwei Programmen:

1. Ein für den Benutzer verborgenes Programm in der CPU-Elektronik, das den Mikrokontroller auf der CPU-Karte steuert. Das Programm führt alle notwendigen Rechen- und Überwachungsfunktionen aus.

2. Ein menügeführtes MS-DOS- bzw. Windows-Programm für einen Standard-PC, der über die RS232-Schnittstelle mit dem Instrument verbunden werden kann. Das Programm ermöglicht die Kommunikation mit dem Gerät während Inbetriebnahme, Kalibrierung und Servicearbeiten.

Das PC-Programm wird nur während der Inbetriebnahme und Kalibrierung, nicht während des normalen Betriebs benötigt. Siehe Kapitel 4 für weitere Details.

1.5 Klassifizierung

Die Laserdiode, die in den hier beschriebenen Geräten verwendet wird, besitzt eine Strahlungsleistung im nahen Infrarot-Bereich (NIR) zwischen 700 nm und 2300 nm, je nachdem welches Gas gemessen wird. Der Laser ist, soweit nicht anders angegeben, gemäß IEC 60825-1 als **Klasse-1-Laser** eingestuft.

ACHTUNG: Der Laser sendet kein sichtbares Licht aus!
(Ausnahme: Analysator für Sauerstoff)

2. VORBEREITUNG

2.1 Werkzeug und Ausrüstung

Folgende Ausstattung wird für Installation und Kalibrierung des Instrumentes benötigt:

- 2 Gabelschlüssel für M16-Bolzen (typisch Größe 24)
- 1 Sechskantschlüssel (Inbus) 5mm für die Stellschrauben an den Flanschen
- 1 PC (386 oder höher); wird während der Installation / Kalibrierung benötigt
- 1 Schlitzschraubendreher mit 2,5mm Klingenstärke für die elektrischen Anschlüsse

2.2 Gasströmung an der Messstelle

Bei der Festlegung des Einbauortes für den LaserGas Monitor bei Emissionsmessungen empfiehlt der Hersteller minimal den 5-fachen Rohrdurchmesser (d) freie Rohrlänge vor der Messung und mindestens den 2-fachen Rohrdurchmesser an freier Rohrlänge nach der Messung.

2.3 Platzierung des Monitors

Sowohl der Sender als auch der Empfänger sollten gut zugänglich sein. Eine Person sollte vor der Sender- oder der Empfängereinheit stehen können, um die M16-Schrauben mit zwei Gabelschlüsseln festzuziehen. Auf der Empfängerseite sollte mindestens 1m Platz vorhanden sein, gemessen vom angeschweißten Flansch (siehe Abb. 2-1).

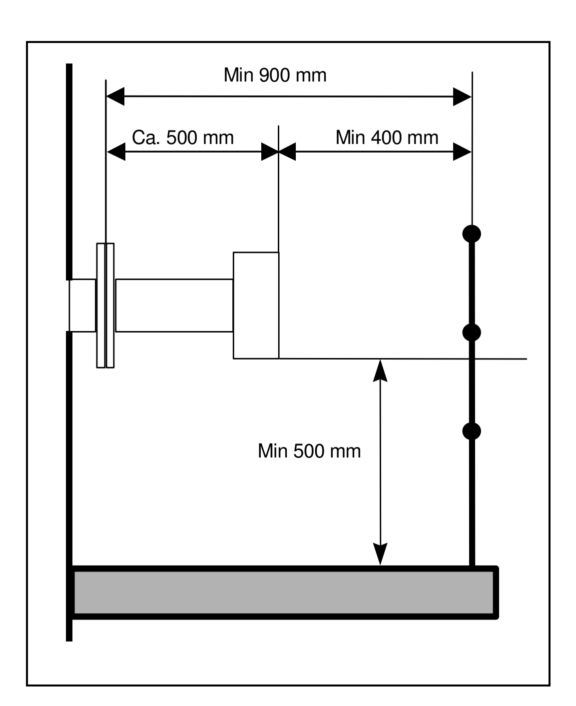


Abb. 2-1: Installation Sender und Empfänger

2.4 Flansche und Stutzen

Für die Messung werden zwei genau gegenüberliegende Löcher in der Behälter-/ Rohrwandung benötigt. Diese müssen beide mindestens 50mm Innendurchmesser besitzen. Standardflansche sind DN50/PN10 mit einem Innendurchmesser von 50mm und einem Außendurchmesser von 165mm. Die Flansche können entweder direkt an der Wandung angeschweißt oder mit Kugelhähnen montiert werden. Beide Alternativen sind in Abbildung 2-2 dargestellt:

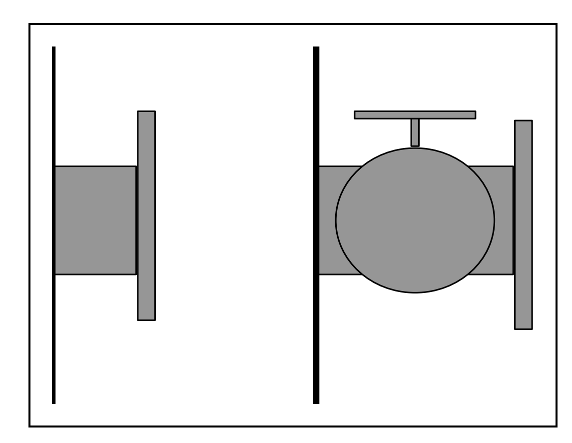


Abb. 2-2: Flansche mit und ohne Kugelhahn

Der LaserGas Monitor besitzt einen Ausrichtmechanismus, mit dem die Flansche gekippt werden können. Die vorhandenen Stutzen sollten den Spezifikationen in Abb. 2-3 und 2-4 entsprechen.

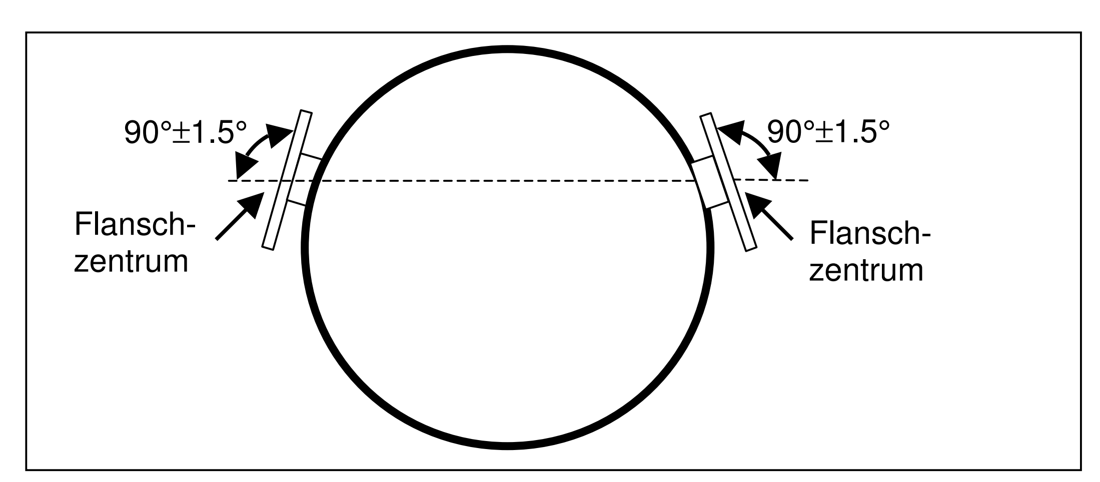
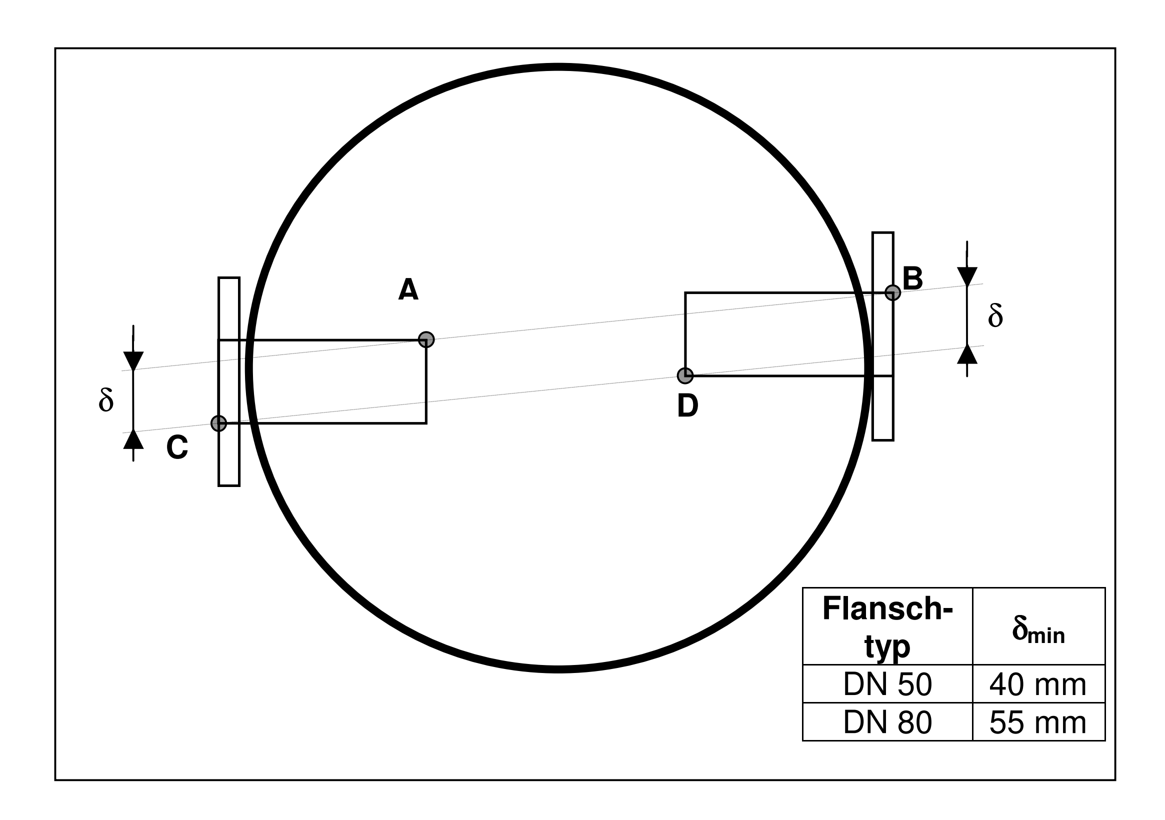


Abb. 2-3: Toleranzen bei der Flanschausrichtung

Die Parallelität der an der Wandung angeschweißten Flansche sollte (wie in Abb. 2-3 dargestellt) besser als 1,5° sein. Der Abstand zwischen den gedachten parallelen Linien AB und CD (Abb. 2-4) sollte den Spezifikationen in der Tabelle entsprechen, um sicherzustellen, dass die Rohre den Laserstrahl nicht verdecken.



Flansch-typ	δ_{min}
DN 50	40 mm
DN 80	55 mm

Abb. 2-4: Toleranzen der Stutzen

Nach der korrekten Einstellung und Inbetriebnahme des Instrumentes kann die zulässige Winkeländerung zwischen Laserstrahl und Empfängereinheit aufgrund von Temperaturschwankungen oder Vibrationen maximal ±0,3° betragen, ohne dass dies Auswirkungen auf das Messergebnis hat.

2.5 Kabel und elektrische Anschlüsse

Die Sender- und Empfängereinheit ist mit einem Kabel verbunden (Empfängerkabel). Dieses Kabel sollte weder gewechselt noch sollte die Länge ohne vorherige Rücksprache mit dem Hersteller um mehr als 10m geändert werden, da dieses die Kalibration beeinflussen kann.

Für den Lichtleiterausgang bestehen keine Längenbeschränkungen, jedoch sollte der Anwender sicherstellen, dass das 4-20 mA Analogausgangssignal der Sendereinheit nicht die Messwerte durch z.B. Induktivität verändert.
Das Servicekabel zum PC ist 3 Meter lang, kann aber bis auf ca. 10 Meter verlängert werden, so dass der PC bei Gebrauch nahe bei der Sender stehen muss.

Die Klemmenbelegung des Analysengerätes finden Sie in Kapitel 6.

3. INSTALLATION

3.1 Installation und Einstellungen

Der in diesem Abschnitt beschriebene Installationsprozess ist auf Abb. 3-1 dargestellt.

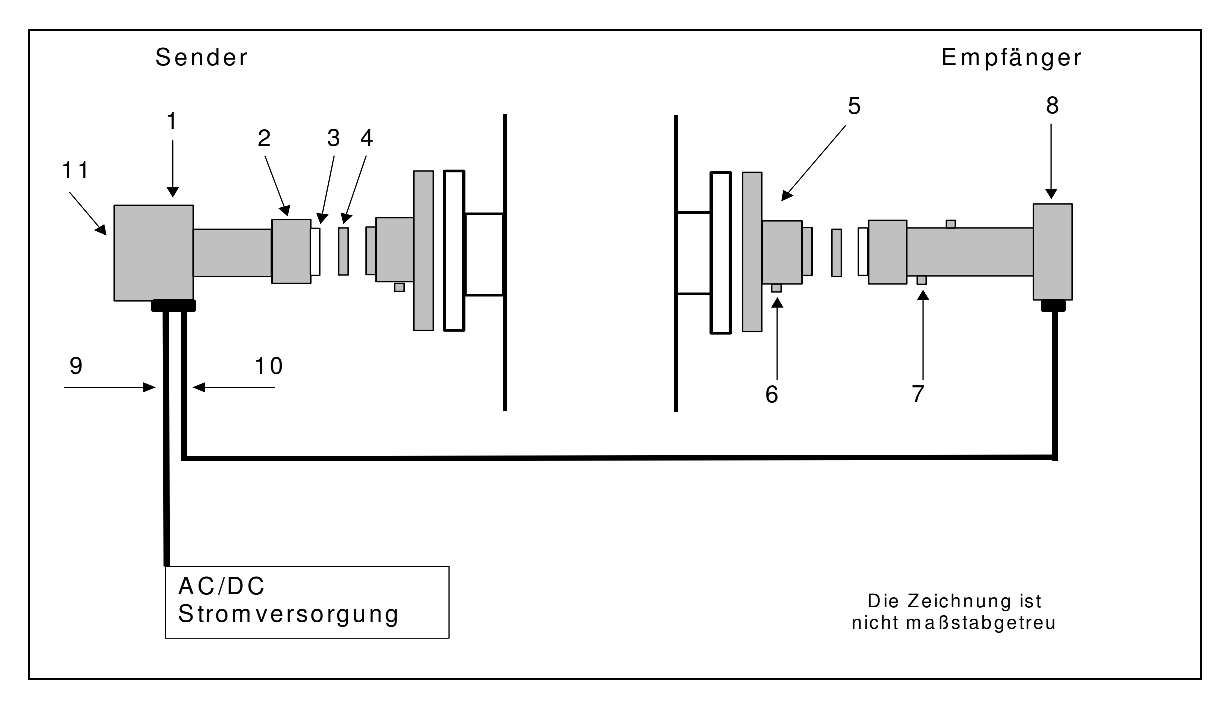


Abb. 3-1: Die einzelnen Einheiten des LaserGas II Monitors und ihre Hauptbestandteile

1. Senderelektronik mit Gehäuse
2. Überwurfmutter
3. Optisches Fenster
4. Adapterring
5. Ausrichteinheit (DN50 Flansch; Standard)
6. Spülgaseinlass
7. Gasanschluss Testzelle
8. Empfängerelektronik mit Gehäuse
9. DC Stromzufuhr
10. Empfängerkabel
11. LCD-Anzeige

3.1.1 Installation des LaserGas Monitors

Lesen Sie alle Anweisungen vor der Installation genau durch!
Alle äußeren Teile des LaserGas Monitors sind aus Edelstahl oder Aluminium. Alle Gewinde sollten vor der Installation eingefettet werden. Die optischen Fenster von Sender- und Empfängereinheit sind vom Werk vorinstalliert. **Sie sollten nicht entfernt und ihr Winkel sollte nicht verändert werden.** Dies ist Voraussetzung für eine korrekte Ausrichtung. **Vergewissern Sie sich vor dem Anschluss der Kabel, dass die Spannung abgeschaltet ist.**

Zur Installation des Gerätes sind folgende Schritte durchzuführen:

1. Befestigen Sie die Ausrichteinheit (5) für den Sender mit 4 Stück M16x60 Stiftschrauben (siehe Abb. 3-3) am prozessseitigen Flansch. Alle 4 Stiftschrauben müssen auf jeder Seite fest angezogen werden, sodass der große O-Ring gleichmäßig zusammengedrückt wird. Danach können die 4 Feststellschrauben handfest angezogen werden.
2. Installieren Sie die Stutzenspülung wie in Abschnitt 3.1.2 beschrieben.
3. Nehmen Sie die Stutzenspülung in Betrieb.
4. Setzen Sie den Fensteradapterring (4) auf die Ausrichteinheit. Stellen Sie sicher, dass der O-Ring gefettet und fest am Flansch anliegt und dass der Zentrierstift an der Ausrichteinheit in dem Loch des Adapterringes sitzt.
5. Setzen Sie einen O-Ring auf den Adapterring und installieren Sie den Sender an der Ausrichteinheit. Es ist sicherzustellen, dass der zur Ausrichtung dienende Stift am Adapterring in das Loch im Fenster der Sendereinheit passt. Entfernen Sie das schwarze Klebeband (falls vorhanden), das nur zur Befestigung des Adapterringes während des Transportes dient. Ziehen Sie die Überwurfmutter am Sender fest.
6. Wiederholen Sie die Schritte 1 – 5 für die Empfängereinheit.
7. Wenn nicht bereits vorinstalliert, verbinden Sie die beiden Kabel mit der Sendereinheit (Kabel zur Stromversorgung und Kabel zum Empfänger Abb. 6-1; Abschnitt 6.1). Siehe Tabelle 6-2 und 6-3 in Abschnitt 6.3.
8. Schließen Sie nun, wenn nicht bereits vorinstalliert, das vom Sender kommende Kabel am Empfänger an (siehe Tabelle 6-1 in Abschnitt 6.2 oder 6.3, je nach Ausführung).

9. Schließen Sie nun das 24V-Netzteil an.

Der LaserGas Monitor kann nun entsprechend Abschnitt 3.2 eingeschaltet werden.

3.1.2 Spülung der Stutzen

Die Fenster des Instrumentes werden mit einer Überdruckspülung durch die Ausrichteinheit und die Flansche in den Prozess hinein sauber gehalten. Diese Spülung hindert Schmutzpartikel daran, sich an den optischen Fenstern abzulagern. Das Spülmedium muss sauber, trocken und ölfrei sein. Je nach Anwendung wird eine Spülung mit Luft, Stickstoff oder Dampf eingesetzt. Wenn keine Instrumentenluft verfügbar ist, kann ein separates Gebläse eingesetzt werden. Je nach Prozess sollte der Spüldurchfluss ca. 20-50 l/min. betragen.

3.1.3 Spülung der Sender- und Empfängereinheit

Die Flussrichtung bei Anwendungen, die eine Spülung des Senders und Empfängers erfordern, wird in Abbildung 3-2 dargestellt. Da sich in den Geräten optische Oberflächen befinden, sollte die Sauberkeit des für die Spülung verwendeten Gases sichergestellt werden. Möglicherweise ist eine zusätzliche Filterung erforderlich. Das Spülmedium kann Öl- und Wasserrückstände enthalten. Wenn Sender und Empfänger mit einem nicht sauberen Medium gespült werden, kann dies bereits nach kurzer Zeit zu einem permanenten Schaden an den Geräten führen. Daher wird die Verwendung von reinem Stickstoff oder Instrumentenluft dringend empfohlen. Die Durchflussrate darf nicht zu hoch sein, damit es nicht zu einem Überdruck in den Geräten kommt. Sie sollte deshalb unter 2 l/min. liegen.

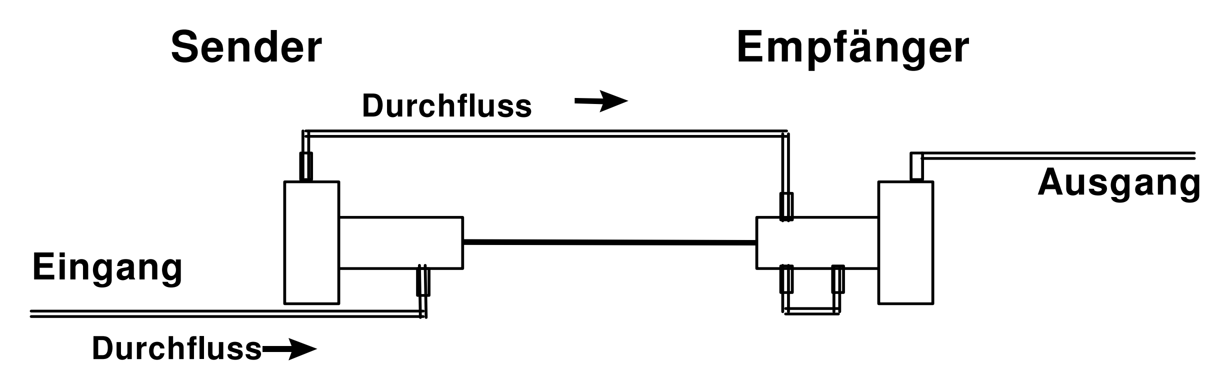


Abb. 3-2: Spülung der Sender- und Empfängereinheit

3.2 Inbetriebnahme

Nach dem erfolgreichen Abschluss der Installation, wie zuvor beschrieben, ist das Instrument einsatzbereit. Die Inbetriebnahme besteht im wesentlichen aus drei Tätigkeiten, die in den nachfolgenden Abschnitten erläutert werden:

1. Elektrische Inbetriebnahme
2. Ausrichtung des Senders
3. Ausrichtung des Empfängers

3.2.1 Elektrische Inbetriebnahme

Schalten Sie die Betriebsspannung zu. Die LCD-Anzeige in der Sendereinheit geht nun in den Systemstartmodus über und zeigt folgendes an:

```
NEO  MONITOR  6.0d2
     - power -
Self-test          OK
Start-up        0.998
```

Die Systemstartsequenz gewährleistet, dass der Laser vor dem Einschalten auf die korrekte Temperatur eingeregelt wird. Das Instrument führt einen Selbsttest aller Baugruppen durch. Es dauert ca. 5 Minuten, bis der Laser gestartet wird.

Nach dem Start des Lasers sollten auf dem LCD-Display die Anzeigen "Laser line-up error" und "Low transmission" erscheinen. Das ist richtig und zeigt an, dass der Laserstrahl nicht die Empfängereinheit trifft.

Falls Sie einen roten Laserstrahl für die Ausrichtung von Sender und Empfänger verwenden, fahren Sie mit Abschnitt 3.3 fort.

3.3 Ausrichtung von Sender- und Empfänger mit dem Ausrichtlaser

3.3.1 Ausrichtung des Senderflansches

Für die Ausrichtung wird folgende Ausstattung benötigt:

- 1 Ausrichtlaser (roter Laserstrahl)
- 2 Gabelschlüssel (SW 24mm) zur Justierung der Flansche
- 1 Innensechskantschlüssel 5mm für die Fixierschrauben

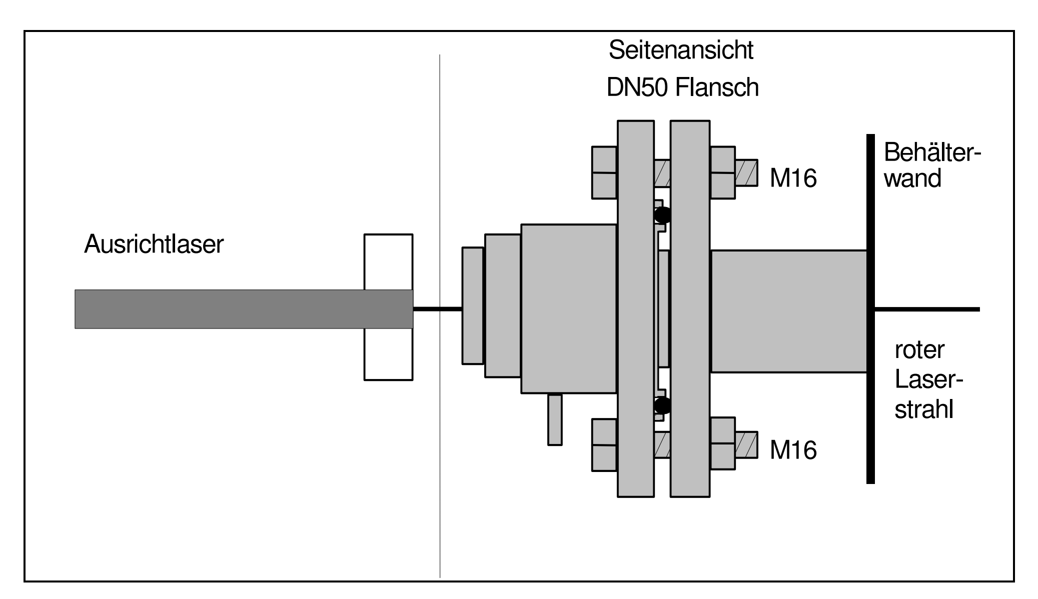


Abb. 3-3: Ausrichtlaser

1. Lassen Sie das Instrument eingeschaltet und entfernen Sie vorsichtig Sender und Empfänger von der jeweiligen Ausrichteinheit durch Lösen der Überwurfmuttern. Der Laserstrahl der Sendereinheit ist nicht sichtbar. **Nicht direkt in den Laserstrahl blicken!**

2. Lösen Sie den Adapterring (Nr. 4 in Abb. 3-1: Die einzelnen Einheiten des LaserGas II Monitors und ihre Hauptbestandteile) von der Ausrichteinheit des Senders.

3. Platzieren Sie den Ausrichtlaser auf der Senderseite und ziehen Sie ihn mit der beigestellten Überwurfmutter fest. Lokalisieren Sie den Laserstrahl auf der Zielscheibe an der Empfängerseite. Lösen Sie die Fixierschrauben auf dem Spülflansch des Senders (siehe Abb. 3-3: Ausrichtlaser).

4. Richten Sie den Laserstrahl anschließend durch Festdrehen der M16-Schrauben auf der Senderseite auf die Mitte des Loches. Arretieren Sie die Ausrichtung durch Festdrehen der Fixierschrauben auf der Senderseite und vergewissern Sie sich, dass sich die Position nicht verändert hat.

5. Der Laserstrahl ist nun zentriert aber nicht notwendigerweise parallel zur optischen Achse der Empfängereinheit. Der folgende Abschnitt beschreibt, wie bei der Ausrichtung des Empfängers vorzugehen ist, damit ein maximales Signal des LaserGas Monitors erreicht wird.

3.3.2 Ausrichtung des Empfängerflansches

Die Ausrichtung des Empfängerflansches erfolgt spiegelbildlich zur Ausrichtung des Senderflansches; der Ausrichtlaser wird nun auf die Empfängerseite gesetzt, die Zielscheibe auf die Senderseite.

Nach dem erfolgreichen Abschluss der zuvor beschriebenen Tätigkeiten sollten die Sender- und die Empfängereinheit wieder zurückmontiert werden. Die Installations- und Prozessparameter sind mit Hilfe eines PCs und der LaserGas Monitor Software richtig einzustellen, damit korrekte Messergebnisse erzielt werden können. Die Einstellung dieser Parameter wird in Kapitel 4 erläutert.

3.4 Einstellung des Maximalsignals

Über das direkte Detektorsignal wird eine Feineinstellung von Sender und Empfänger erreicht, die ein maximales Signal gewährleistet. Dabei wird einen Ausrichtspannung zwischen 0V bei 0% Transmission und 3V(standart) bei 100% Transmission erreicht:

1. Entnehmen Sie dem Zubehörbeutel den Kleinspannungsstecker mit dem angeschlossenen 4mm Steckerstift. Stecken Sie die Stifte in ein batteriebetriebenes (potentialfreies) Voltmeter (DC) und den Kleinspannungsstecker in die vorgesehene Buchse am Phoenix-Stecker A.

2. Maximieren Sie durch vorsichtige Justage des Senders den Spannungswert des Voltmeters.

3. Maximieren Sie durch vorsichtige Justage des Empfängers den Spannungswert des Voltmeters.

4. Wiederholen Sie die Schritte 2 und 3, bis keine Erhöhung mehr auftritt.

5. Ziehen Sie die Fixierschrauben an und vergewissern Sie sich, dass sich die Ausrichtung und der Spannungswert nicht verändert hat.

6. Entfernen Sie das Messkabel.

3.5 Installation der Software

Die mitgelieferte Software läuft auf PCs (368 oder höher) unter DOS oder Windows. Installieren Sie das Programm wie folgt:

1. Erstellen Sie ein neues Verzeichnis mit der Bezeichnung „Lasergas". Kopieren Sie das Software-Programm zunächst von der Installationsdiskette auf die Festplatte Ihres PCs.
2. Entfernen Sie die Installationsdiskette und bewahren Sie diese als Back-up-Sicherungskopie auf.
3. Verbinden Sie mit dem beiliegenden RS-232 Kabel den PC (COM1 oder COM2) mit dem Sender (D) (Abb. 6-1).
4. Vergleichen Sie die folgenden Parameter bei der Eingabe eingehend mit den Installationsdetails (siehe Kapitel 4 für detaillierte Beschreibungen)

- Gasdruck und -temperatur	(Kapitel 4.3.5)
- Parameter des optischen Pfades	(Kapitel 4.3.5)
- Konzentrationswert, der 4 – 20 mA entspricht	(Kapitel 4.3.5)
- Mittelwertbildung	(Kapitel 4.3.5)
- Systemzeit	(Kapitel 4.3.5)
- Maßeinheit der Gaskonzentration	(Kapitel 4.3.6)
- Alarmschwelle für die Gaskonzentration	(Kapitel 4.3.6)

Nach erfolgreicher Einstellung aller notwendigen Parameter zeigt das Instrument durch die regelmäßige Aktualisierung der Messwerte auf der LCD-Anzeige, dass es sich im Normalbetrieb befindet. Betrieb, Wartung und Kalibrierung werden in Kapitel 5 beschrieben.

3.6 Anschluss eines Modems

Bei Verwendung eines Modems wenden Sie sich bitte zwecks korrektem Anschluss an die Firma Bernt GmbH.

4. DAS SERVICEPROGRAMM

Das Gerät berechnet in Abhängigkeit zahlreicher Parameter die Konzentration des zu messenden Gases. Hierzu muss das Gerät zunächst entsprechend den Gegebenheiten vor Ort eingestellt werden. Zum Vornehmen dieser Einstellungen wurde ein einfaches Serviceprogramm auf DOS- oder Windows-Basis entwickelt.
Über die serielle Schnittstelle kann ein PC angeschlossen werden. Mit Hilfe des Serviceprogramms lassen sich die folgenden Aufgaben durchführen:

1. Überwachung der gemessenen Gaskonzentration und der Transmissionsrate;
2. Aufzeichnung der gemessenen Gaskonzentration als Funktion der Zeit;
3. Speichern der Gaskonzentration und anderer Prüfparameter;
4. Anzeigen des gemessenen Signals;
5. Speichern des gemessenen Signals und anderer Prüfparameter;
6. Gespeicherte Fehlermeldungen anzeigen und löschen;
7. Konfigurierung der 4-20 mA – Temperatur- und Druckeingänge;
8. Konfigurierung des 4-20 mA - Messsignals;
9. Änderung der Zeit für die Mittelwertbildung;
10. Einstellung der Alarmschwellen für die Gaskonzentration;
11. Einstellung der Parameter des optischen Pfades;
12. Änderung der Maßeinheit für die Gaskonzentration;
13. Änderung des Formates der angezeigten Gaskonzentration;
14. Änderung der Systemzeit;
15. Kalibrierung des Gerätes;
16. Speicherung aller Geräteparameter;
17. Wiederherstellung der Geräteparameter.

Die für die Installation erforderlichen Parameter können über verschiedene Menüs eingegeben und in einem internen Speicher abgelegt werden. Der PC wird daher nach Einstellung aller notwendigen Parameter nicht mehr benötigt und kann entfernt werden. Der LaserGas Monitor hat alle notwendigen Parameter gespeichert und kann nun beliebig oft ein- und ausgeschaltet werden, ohne dass die Parameter verstellt werden oder verloren gehen.

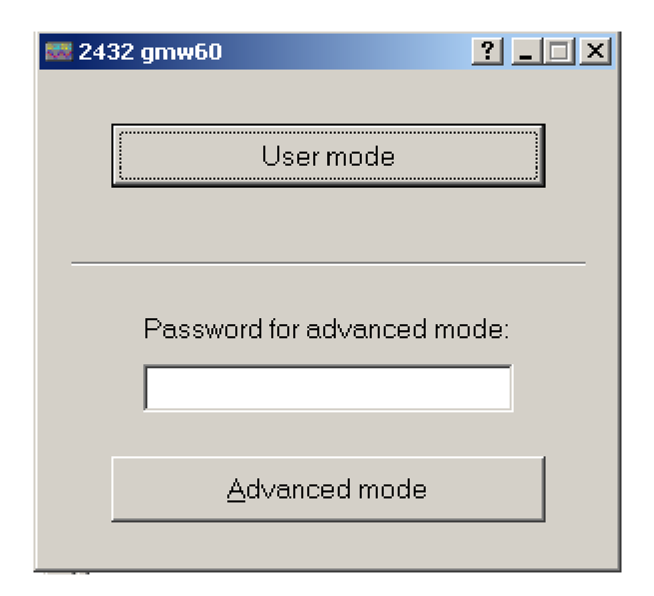
4.1 Start der Software

Das Serviceprogramm führt keine eigenen Berechnungen durch. Die Kommunikation mit dem LaserGas Monitor dient nur zur Überwachung der Messwerte und/oder zur Änderung der Geräteparameter.

Das Serviceprogramm benutzt die serielle Schnittstelle mit folgenden Einstellungen: 9600 Baud, keine Parität, 8 Datenbits und 1 Stopbit. Das Programm wird mit der Eingabe des Dateinamens sowie <Enter> im LaserGas-Verzeichnis gestartet. Es erscheint ein Begrüßungsbildschirm:



Sie können verschieden COM Schnittstellen (1 – 4) für die Kommunikation mit dem Monitor Auswählen. Über den Button LAN können Sie über die Netzwerkkarte auf den Laser zugreifen. Die voreingestellte IP ist 192.168.1.237 mit dem Port 5001. Eine weitere Möglichkeit der Kommunikation besteht über ein Modem. Das Programm benötigt einige Sekunden, um verschiedene Gerätedaten einzulesen. Wenn die Verbindung hergestellt ist, erscheint das folgende Dialogfeld.



Das Passwort wird nur benötigt, wenn das Programm im Advanced-Mode gestartet werden soll, was den Zugriff auf alle Messdaten und Einstellparameter ermöglicht. Dieser Modus setzt ein spezielles Training voraus und sollte nur von qualifiziertem Personal vorgenommen werden.

Mit diesem Programm können Service-Einstellungen gemacht werden. Das Passwort erhalten Sie von der Firma Bernt GmbH oder direkt von der Firma NEO. Im USER-Mode wird nur ein eingeschränkter Zugang zu den Geräteeinstellungen gewährt, aber vollständiger Zugriff auf die Messwerte. Der USER-Mode kann während der Installation und während des normalen Betriebes des Instrumentes verwendet werden.

Für die Kommunikation per Modem muss die entsprechende Telefonnummer eingegeben werden. Genauere Informationen hierzu erhalten Sie in Abschnitt 4.4. Wenn die Verbindung hergestellt wurde, erscheint das gleiche Dialogfeld wie zuvor beschrieben.

Durch Drücken des Demo-Mode Buttons (kein Verbindung) kann das Serviceprogramm zu Demonstrationszwecken auch ohne Geräteverbindung gestartet werden. Hierzu können zwei vorher gespeicherten Dateien benutzt werde. Die Dateien müssen einerseits die Endung .set und .rea, bzw. .dmp besitzen. Idealerweise sollten sich die Dateien im aktuellen Arbeitsverzeichnis befinden. Die Dateien können mit dem Service-programm vorher erstellt werden, wenn der PC tatsächlich an ein Gerät angeschlossen ist. (siehe Abschnitt 4.3.8).

4.2 Das Hauptmenü

Das folgende Beispiel zeigt das Hauptmenü eines Spektrometers zur Sauerstoff- sowie Temperaturanalyse.

2432 Measurements gmw60

Status: OK   Serial No.: 2432   Mode: - - -   About

	O2		
Concentration Inst	10.41 %		
Concentration Avg	10.54 %		
Concentration Std	0.13 %		
Line width	0.941		
Line position	51.81		
Line amplitude	0.04480		
Transmission (%)	77.30	Spectral Temp. Inst	1260.8 K
Gas Temperature (K)	1253.87	Spectral Temp. Avg	1253.9 K
Gas Pressure (Bar)	0.960	Spectral Temp. Std	6.3 K
Max. Direct	2443	Plot readings	
Dark Direct	1087	Second harmonic signal	
Laser temp. (V)	1.6699	Log readings	
Laser temp. err.	0.0049	View error log	
Peltier pump (A)	-0.041	Measurement configuration	
Modulation ampl. (V)	3.768	Gas specific parameters	
TU temp. (deg C)	48.6	Calibrate instrument	
RU temp. (deg C)	23.9	TCP/IP & modem configuration	
Extra current input	0.000	File download / upload	
Air pressure (Bar)	1.008	Screen update period (s)	5

Exit program   Show extra readings

Rechts unten auf dem Bildschirm sind die verschiedenen Untermenüs zu erkennen. Diese können entweder durch die Betätigung der „Pfeil-Hoch-„ und „Pfeil-Runter-„ sowie der “Enter” Taste oder alternativ durch drücken der verschiedenen Button, bzw. durch Betätigung der Buchstaben <P>, <S>, <L> und <E> (`<Plot readings>`, `<Second harmonic signal>`, `<Log readings>` und `<Error log view>`) aufgerufen werden.

Sie können jederzeit durch Betätigung der <ESC> Taste wieder in das vorherige Menü zurück. Durch Drücken der Taste <T> gelangt der Benutzer immer ins Hauptmenü. Nachfolgend wird das Hauptmenü genauer erläutert.

Die Informationen auf dem Bildschirm geben Auskunft über die verschiedenen Parameter bzw. Messwerte. Durch Betätigung der Taste `<Show extra readings>` werden entweder alle Parameter oder aber nur die Hauptparameter angezeigt.

(PS: `<Show extra readings>` ist in dem vorherigen Beispiel aktiviert).

Nachfolgend werden die verschiedenen Parameter genauer erläutert:

Concentration Instant: Ist der letzte vom LaserGas Monitor ohne Mittelwert berechnete Wert. Im folgenden wird dieser als primärer Messwert bezeichnet.

Concentration Average: Ist der laufende Mittelwert, der vom LaserGas Monitor (nicht vom Serviceprogramm) aus den letzten N Werten berechnet wird, wobei N die Anzahl der Mittelungen darstellt (kann im Menü `<Measurement configuration>` spezifiziert werden). Eine Beschreibung der Mittelwertbildung wird in einem späteren Abschnitt genauer erläutert.

Concentration Std: Ist eine Abschätzung der laufenden Standardabweichung der Messwerte, die ebenfalls vom LaserGas Monitor berechnet wird. Diese Zahl gibt Auskunft darüber, wie weit die aktuelle Gaskonzentration vom Durchschnittswert abweicht. Ist die Gaskonzentration konstant, so lässt sich durch diese Größe die Genauigkeit des Instrumentes abschätzen.

Line width: Misst die relative Breite der Absorptionslinie. In Verbindung mit der Amplitude bestimmt diese die Absorption, die wiederum zur Berechnung der Gaskonzentration herangezogen wird. Dieser Parameter ist 1.000 bei T=296 K und P= 1.013 bar (1 atm.) und entspricht somit der Gaskonzentration bei der Kalibrierung des Gerätes. Dieser Parameter steigt mit zunehmendem Gasdruck und fällt mit der Gastemperatur. Darüber hinaus ist er abhängig von der Zusammensetzung des Messgases. Wasserdampf verbreitert beispielsweise die Absorptionslinie erheblich.

Line Position: Zeigt die Lage des maximalen Absorptionswertes [0...63], gemessen am AD-Konverter an. Dieser Wert sollte nahe an dem im Menü unter `<Gas specific parameters>` angegebenen Referenzwert sein. Das Instrument detektiert

automatisch die Absorptionslinie und passt die Lasertemperatur und damit die Wellenlänge entsprechend an, sobald der gemessene Wert von dem Referenzwert abweicht.

Line Amplitude: Relative Messung des Maximums der Absorptionslinie. Befindet sich dieser Wert bei ca. 0,5-1,0, so liegt eine starke Absorption vor und das Signal kann kurz vor der Sättigung liegen (bei einer vollständigen Sättigung erfolgt eine ERROR-Meldung). Ein guter Amplitudenwert befindet sich im Bereich von 0,01-0,1.

Transmission (%): Gemessen in % vom Maximalwert, gibt die Transmission an, wie viel Licht am Empfänger ankommt. Sind die optischen Fenster verschmutzt, fällt die Transmissionsrate ab. Unterhalb einer festgelegten Schwelle erscheint eine Warnmeldung auf der Anzeige des LaserGas Monitors. Spätestens dann sollten die optischen Fenster gereinigt werden. Die Warnmeldung erscheint auch bei schlechter Ausrichtung von Sender und Empfänger.

Gas Temperature (K): Die Temperatur, die zur Kalkulation der Gaskonzentration herangezogen wird. Bei einer konstanten Prozesstemperatur kann der entsprechende Festwert vom Benutzer eingestellt werden. Bei einer schwankenden Prozesstemperatur kann dieser über eine 4-20 mA-Stromschleife eingelesen werden (aktiv oder passiv), es erfolgt dann eine on-line Korrektur des Messwertes.

Falls die Temperatur des zu analysierenden Gases der Umgebungstemperatur entspricht, kann die intern gemessene Temperatur des Analysengerätes benutzt werden. Der LaserGas Analysator zur Sauerstoffanalyse kann als Sonderversion mit einer integrierten Temperaturmessung ausgerüstet sein, diese wird als „spektrale Temperatur“ bezeichnet.

Die Festlegung dieses Parameters erfolgt im Menü `<Measurement configuration>`. (Anschluss siehe Anschluss C, Tabelle 6-2; Kapitel 6.3.)

Gas Pressure (Bar): Der Druck, der zur Kalkulation der Gaskonzentration benötigt wird. Bei einem konstanten Prozessdruck kann der entsprechende Festwert vom Benutzer eingestellt werden. Bei schwankenden Prozessdrücken können diese über die 4-20 mA-Stromschleife eingelesen werden (aktiv oder passiv), es erfolgt dann eine on-line Korrektur des Messwertes.
Bei Sauerstoffanalysatoren kann die interne Druckmessung benutzt werden, falls der Druck des Messgases dem Umgebungsdruck entspricht. Die Festlegung der Messmethode sowie der Parameter erfolgt im Menü `<Measurement configuration>`. (Anschluss siehe Anschluss C, Tabelle 6-2; Kapitel 6.3.)

Spectral Temperature Instant/Avg/Std: Die Bedeutung dieser Parameter ist ent-sprechend denen der Gaskonzentration. Die spektrale Temperatur ist die Temperatur, die aus dem Quotient der verschiedenen Absorptionslinien eines Gases ermittelt wird. Diese Option ist momentan nur bei dem Sauerstoffanalysator lieferbar.

Max. Direct: Maximalwert des Direktsignals, liegt im Bereich [0 - 4096] des AD-Konverters. In Verbindung mit dem Parameter *Dark Direct* bestimmt dieser Wert die Transmission.

Dark Direct: Misst den Nullwert des Direktsignals bei kurzzeitig ausgeschaltetem Laser.

Laser temp. (V): Die Spannung des an der Laserdiode angebrachten Thermistors. Eine höhere Spannung indiziert eine geringere Lasertemperatur. Das Gerät benutzt eine aktive Stabilisierung der Lasertemperatur mittels eines Peltier-Elementes. Eine Änderung der Lasertemperatur führt zur Änderung der emittierten Wellenlänge des Lasers.

Laser temp. error:	Die Abweichung der gemessenen Temperatur zum Referenzwert.
Peltier pump (A):	Strom durch das Peltier Element.
Modulation ampl. (V):	Spannungs-Amplitude der Hochfrequenz-Modulation des Lasers.
TU/RU temp (deg C).:	Mittels des innerhalb der Sender- und Empfängereinheit integrierten Thermistors gemessenen Temperaturen (*TU* = Transmitter Unit / *RU* = Receiver Unit) .
Air pressure (Bar):	Der Umgebungsdruck, gemessen mittels des in der Sender-einheit eingebauten Drucksensors (Trifft nur für Sauerstoffmessungen zu).

4.3 Gerätekonfiguration

Die im Hauptmenü unten rechts angezeigten Menüs müssen zur Konfiguration und/oder zur Festlegung der Parameter aktiviert werden. Die Parameter werden gesetzt, indem sie zuerst mit der Maus oder den Pfeiltasten markiert und dann mit <Enter> bestätigt werden. Geändert werden die Parameter durch Bestätigung mit der <Enter> Taste und Drücken der <F1> Taste.

4.3.1 Graphische Darstellung der Messdaten

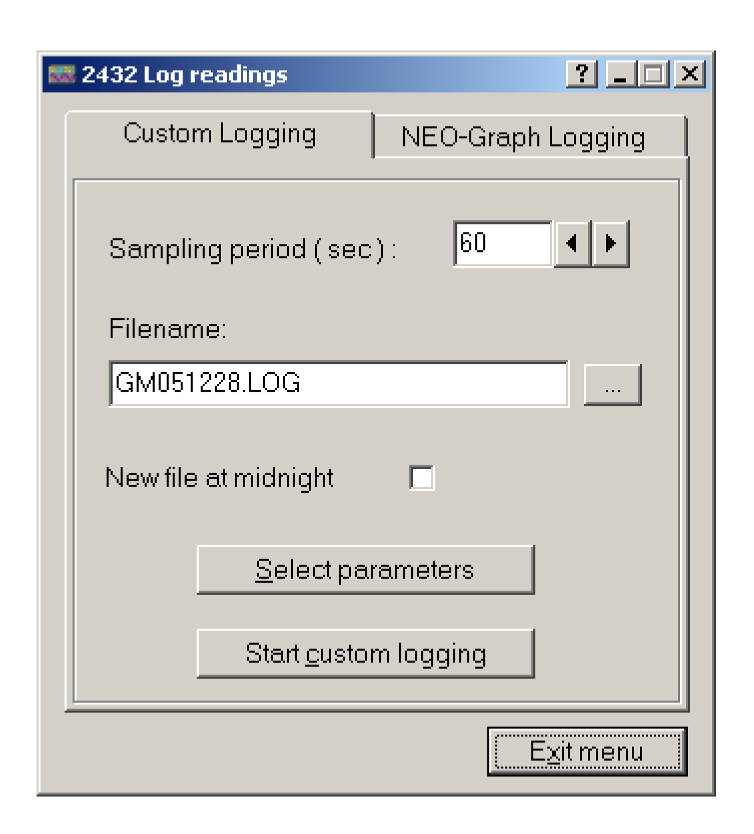
Mittels `<Plot readings>` können die gemessenen Gaskonzentrationen (Momentanwerte und Durchschnittswerte), die Transmission sowie die spektrale Gastemperatur (falls vorhanden) graphisch dargestellt werden. Gleichzeitig können bis zu zwei unterschiedliche Graphiken dargestellt werden. Die Skalierung der Achsen können angepasst werden.

4.3.2 Spektrum des Messsignals

Das <Second harmonic signal> zeigt das vom Analysator aufgenommene Absorptionsspektrum des Messgases. Aus diesem Messsignal erfolgt die Berechnung der Gaskonzentration. Des weiteren wird dieses Signal zur Inspektion und Verifizierung der Gerätefunktion benutzt. Die Kurven sind normiert und zeigen das Rohsignal sowie den berechneten Verlauf nach zwei Filterstufen. Für Diagnosezwecke kann das Spektrum gespeichert werden (<Save to file ... >).

4.3.3 Speicherung von Messdaten

Das Menü <Log results> dient zur Speicherung der ermittelten Daten mit einstellbarer Intervallzeit in eine Datei.



Es gibt zwei unterschiedliche Arten der Speicherung.

Das erste Format wird als „Customer Logging" bezeichnet. Dieses Speicherformat ermöglicht dem Benutzer, die gewünschten Parameter als ASCII Datei zu speichern.

Die Speicherung der Messdaten erfolgt in einer einstellbaren Intervallzeit. Bei einer Intervallzeit von z.B. 60 Sek. wird alle 60 Sek. ein kompletter Datensatz unter <Sampling period(s)> gespeichert. Für Prozesse mit schnell veränderlichen Konzentrationen kann das Speicherintervall verkürzt werden, z.B. auf 5 Sek. Das Programm schlägt unter <Filename> einen Dateinamen vor, in dem das aktuelle Datum enthalten ist. Bei Bedarf kann ein anderer Name gewählt werden. Ist die Option <*New file at midnight*> aktiviert, wird an jedem Tag eine neue Datei angelegt. Die Dateien werden in dem Verzeichnis abgelegt, in dem das LaserGas Programm gestartet wurde. Unter <Select parameters> können diejenigen Parameter angewählt werden, die gespeichert werden sollen. Für Diagnosezwecke empfiehlt es sich, alle Parameter anzuwählen <Check all> und mit <Accept> die Parameter zur Speicherung zu übernehmen.
Die Datenspeicherung wird mit <Start logging> gestartet.
Die erste Spalte der Log-Datei enthält immer die Zeitanalyse (in Sekunden nach Mitternacht), die beiden letzten Spalten immer den Gerätestatus (SLEEP MODE/ STARTUP/ OK/ WARNING/ ERROR) und den Messmodus (OK/ ZERO/ SPAN). Über jeder Spalte wird der entsprechende Parameter spezifiziert.
Zur Auswertung wird eine spezielle Software benötigt. Diese Variante wird in der Regel vom Hersteller benutzt.

4.3.4 Speichern der Diagnosemeldungen

<View error view> zeigt alle möglichen Fehlermeldungen an, das Datum sowie die Uhrzeit der letzten Aktivierung bzw. Deaktivierung. Die gegenwärtig anliegenden Fehler- und Warnmeldungen werden mit einem Kreuz (x) gekennzeichnet, wohingegen die inaktiven Meldungen mit einem Strich (-) versehen sind. Mit <Save error log> und <Save system log> werden zwei verschiedene Arten von Diagnosemeldungen gespeichert. Für eine genaue Fehleranalyse sollten der Error Log und der System Log gespeichert werden.

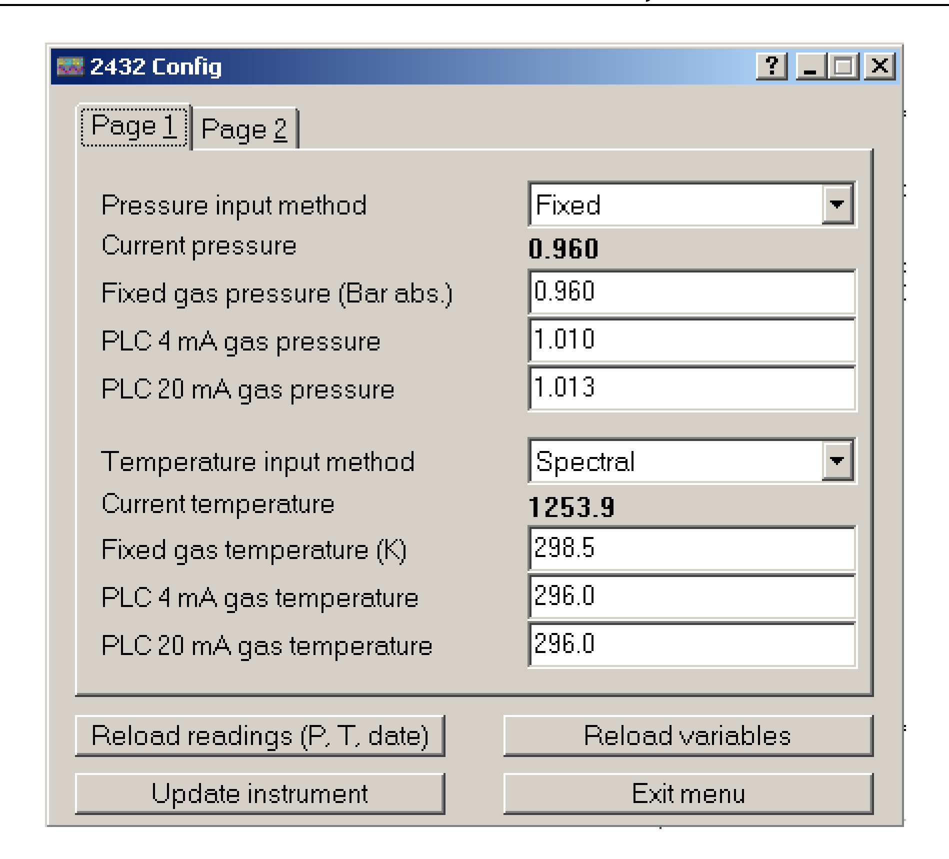
4.3.5 Messkonfiguration

In dem Menü <Measurement configuration> können die für die Messung wichtigsten Parameter festgelegt werden.

- Gasdruck (gas pressure)
- Gastemperatur (gas temperature)
- Art der Eingabe für Druck / Temperatur (pressure/temperature input method)
- Parametrierung der Signale für Druck / Temperatur (press./temp.PLC input range)
- Mittelung der Gaskonzentration (concentration averaging)
- Parameter des optischen Pfades (optical path variables)
- Systemzeit (instrument time)

Gasdruck und Gastemperatur

Die Höhe und die Breite der Absorptionslinie sind druck- und temperaturabhängig, was durch die Berechnung eines Korrekturfaktors, basierend auf der Abweichung des Drucks und der Temperatur von den normalen Atmosphärebedingungen, ausgeglichen wird (P= 1013 mbar; T= 296 K). Wird eine relative Konzentrationseinheit (ppm, %, mg/Nm^3, g/Nm^3) verwendet, sind Gasdruck und -temperatur bereits direkt in den Berechnungen enthalten, wobei angenommen wird, dass sich alle Komponenten des Gasgemisches als ideale Gase verhalten. Die korrekte Angabe des Druckes und der Temperatur des gemessenen Gases sind daher für die Messgenauigkeit entscheidend. (Die Werte können durch Betätigung der <Reload readings (P, T, date)> Taste aktualisiert werden.)



Wahl der Eingabeart für Druck / Temperatur

Im Bildschirmbereich rechts oben wird die Eingabeart für Druck / Temperatur sowie der aktuell vorliegende Wert angezeigt. Die möglichen Eingabearten sind:

Fixed:	Die Werte für Druck / Temperatur werden fest vorgegeben.
Current loop:	Das Einlesen der Werte für Druck und/oder Temperatur erfolgt über 4-20 mA Stromschleifen. Die Skalierung für 4 mA und 20 mA muss jeweils eingestellt werden.
Internal:	Wenn die Temperatur des Messgases der Umgebungstemperatur entspricht, kann die intern gemessene Temperatur zur Verrechnung benutzt werden (es erfolgt eine Offsetkorrektur). Eine interne Messung des Druckes ist in der Regel nur bei Sauerstoffanalysatoren implementiert.
Spectral:	Bei der Sonderausführung des Sauerstoffanalysators mit zusätzlicher Temperaturmessung kann die Gastemperatur im Strahlengang spektral ermittelt werden.
Serial:	Das Einlesen von Druck / Temperatur erfolgt über die RS232- oder Ethernet-Schnittstelle (hierfür sind spezielle Datenpakete erforderlich).

Parameter des optischen Pfades

Das Signal, das vom LaserGas Monitor detektiert wird, ist proportional zur Absorption im gesamten Strahlengang zwischen Laser und Photodetektor. Um die Absorption in den Stutzen und im Analysator richtig auszugleichen, muss der Monitor einige der unten beschriebenen Parameter kennen. Dies kommt jedoch nur für LaserGas Monitore in Betracht, die atmosphärische Gase wie O_2, H_2O, CH_4 etc. messen.

Wir haben den Beitrag zur Absorption in drei Bereiche aufgeteilt: den eigentlichen Messpfad (L_g), den Stutzenbereich (L_{f1} und L_{f2}) und den internen Gerätebereich (Sender und Empfänger).

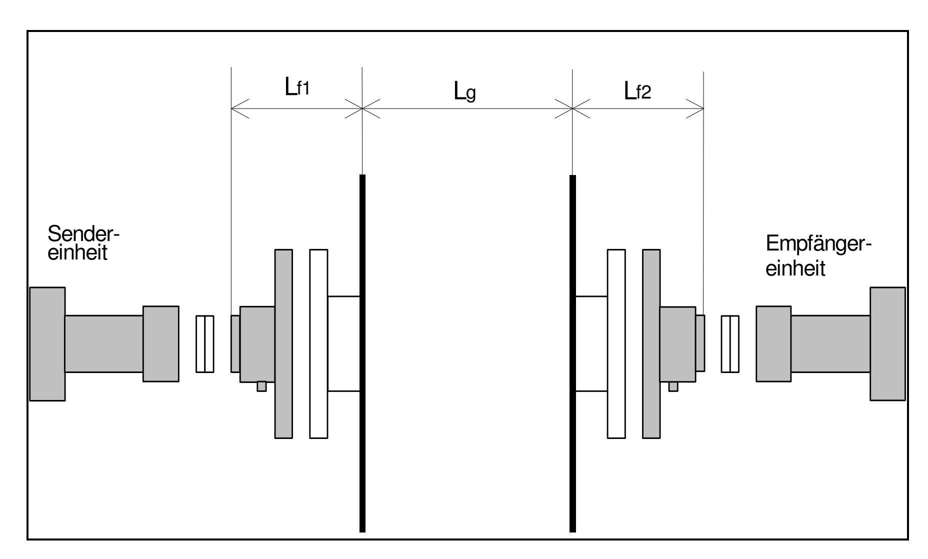


Abb. 4-1: Längenangaben zur Einstellung der Parameter des optischen Pfades

Wenn das zu analysierende Gas weder im Stutzen noch im Analysator vorhanden ist, so ist nur noch die Pfadlänge (L_g) der entscheidende Parameter. In diesem Fall ist auch die Flanschtemperatur irrelevant.

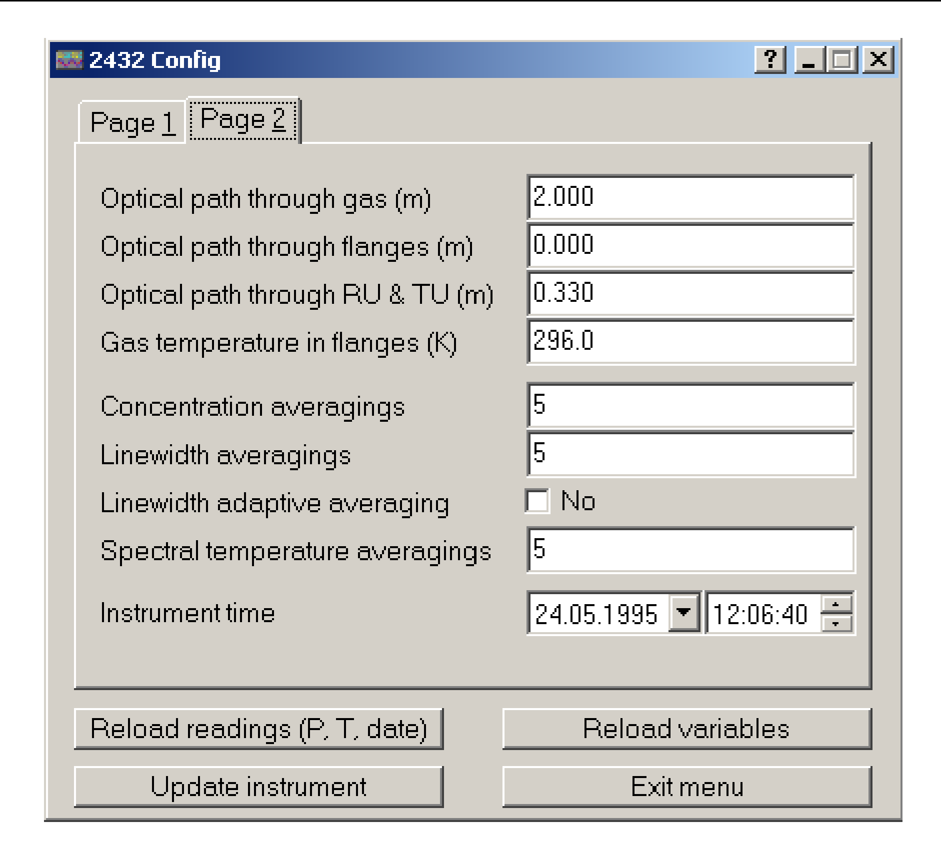
Die Absorption hängt nicht nur von der Gaskonzentration, sondern auch von Druck und Temperatur ab. Innerhalb der einzelnen Bereiche haben wir die Gaskonzentration, den Druck und die Temperatur als konstant angenommen.
Die Gastemperatur in den Stutzen kann spezifiziert werden. Beim Druck wird jedoch angenommen, dass dieser dem Druck des Prozessgases entspricht.

Die Länge des optischen Pfades im Messgas (L_g in Abb. 4-1) `<Optical phat through gas (m)>` entspricht normalerweise dem Durchmesser des Kanals oder

dem Abstand zwischen den Einsteckrohren. Bei Messungen mit einer optischen Zelle entspricht diese der Zellenlänge.
Die Länge der Flansche (L_{f1} + L_{f2} in Abb. 4-1) `<Optical phat through flanges (m)>` braucht nur dann eingestellt werden, wenn das Spülgas Komponenten des zu analysierenden Gases enthält (Beispiel: Stutzenspülung einer Sauerstoffanalyse mit eigenerzeugtem Stickstoff, welcher Restsauerstoff enthält). In diesem Fall muss auch die Temperatur in den Flanschen eingestellt werden.

Die Länge des optischen Pfades in der Sender- und Empfängereinheit `<Optical phat through RU & TU (m)>` wird bereits werkseitig voreingestellt.
Werden diese Parameter verändert, so sollte die werksseitige Voreinstellung, zwecks Wiederherstellung der Voreinstellungen zu einem späteren Zeitpunkt, auf jeden Fall notiert werden. Temperatursensoren in der Sender- und Empfängereinheit messen die interne Temperatur.
Der Umgebungsdruck wird anhand eines integrierten Drucksensors gemessen.
Nach Festlegung aller Parameter des optischen Pfades müssen die Gaskonzentrationen in den Flanschen [im Sender / Empfänger (RU/TU)] im Untermenü `<Gas specific parameters>` spezifiziert werden.

ACHTUNG: Die korrekte Einstellung dieser Parameter ist Voraussetzung für korrekte Messergebnisse!



Gemittelte Gaskonzentration `<Concentration averagings>`

In festen Intervallen misst und kalkuliert das Gerät die Gaskonzentration. Eine Primärmessung dauert je nach Gastyp ca. 1 – 4 Sekunden.

Aus den Primärmessungen berechnet der Analysator einen „laufenden" Durchschnittswert, der auf die folgenden Arten ausgegeben werden kann:

1) auf der Anzeige der Elektronikeinheit
2) durch den 4-20 mA Ausgang und
3) als digitales Signal über den optischen Glasfaserausgang (optional erhältlich).

Es wird immer die gemittelte Gaskonzentration ausgegeben.

Die Anzeige und die Stromschleife werden nach jedem Primärmesswert aktualisiert, während die zum Glasfaserausgang gesandten Daten nach einer vorgegebenen Zeit der Mittelwertbildung aktualisiert werden. Die Mittelwertbildung wird durch die Anzahl der Primärmesswerte pro Mittelwert festgelegt (T_{av} = N x T_{prim}). Mit `<Concentration averagings>` wird N spezifiziert. Im Sonderfall N=1 wird der primäre Wert ausgegeben.

Mittelung der Linienbreite:

`<Linewidth averaging>` spezifiziert die Anzahl der Mittelungen bei der Breitenmessung der Absorptionsbande.

Adaptive Messung der Linienbreite `<Linewidth adaptive averaging>`

OFF = es wird ausschließlich der oben spezifizierte Wert benutzt.

ON = die Anzahl der Mittelungen ist abhängig von der Signalstärke d.h. schwächere Signale werden länger gemittelt. Dies trifft jedoch nur zu, wenn die Mittelung der Linienbreite mit einem Wert > 10 spezifiziert wird.

Spektrale Mittelwertbildung der Temperatur `<Spectral temperature averagings>`:

Spezifiziert die Anzahl der Mittelungen für die spektral gemessene Temperatur.

Einstellung von Systemzeit und -datum `<Instrument time>`:

Das Instrument besitzt eine eingebaute Uhr, die auch dann weiterläuft, wenn die Netzversorgung abgeschaltet ist. Über das hier beschriebene Menü sollte die Uhrzeit auf die jeweilige Ortszeit eingestellt werden. Bei der Eingabe des Datums und der Zeit kann über einen integrierten Kalender das entsprechende vorgegangen werden.

Mit <F1> muss der Wert in das Analyseinstrument übernommen werden. Nach Betätigung der <F5> Taste wird die aktuelle Zeit angezeigt.

4.3.6 Gasspezifische Parameter

Bei den wichtigsten Parametern, die in diesem Untermenü eingestellt werden können, handelt es sich um:

- Maßeinheit der Gaskonzentration (gas concentration unit)
- Format der Anzeige (output format)
- Alarmschwelle für Gaskonzentration (gas alarm level)

Wenn das Gerät mehr als eine Gaskomponente analysiert, so erscheint das folgende Auswahlmenü. Es zeigt die verschiedenen Absorptionsbanden und die entsprechenden Gase.

2432 Measurements gmw60

Status: OK   Serial No.: 2432   Mode: - - -   About

	O2
Concentration Inst	10.41 %
Concentration Avg	10.54 %
Concentration Std	0.13 %
Line width	0.941
Line position	51.81
Line amplitude	0.04480
Transmission (%)	77.30
Gas Temperature (K)	1253.87
Gas Pressure (Bar)	0.960
Max. Direct	2443
Dark Direct	1087
Laser temp. (V)	1.6699
Laser temp. err.	0.0049
Peltier pump (A)	-0.041
Modulation ampl. (V)	3.768
TU temp. (deg C)	48.6
RU temp. (deg C)	23.9
Extra current input	0.000
Air pressure (Bar)	1.008

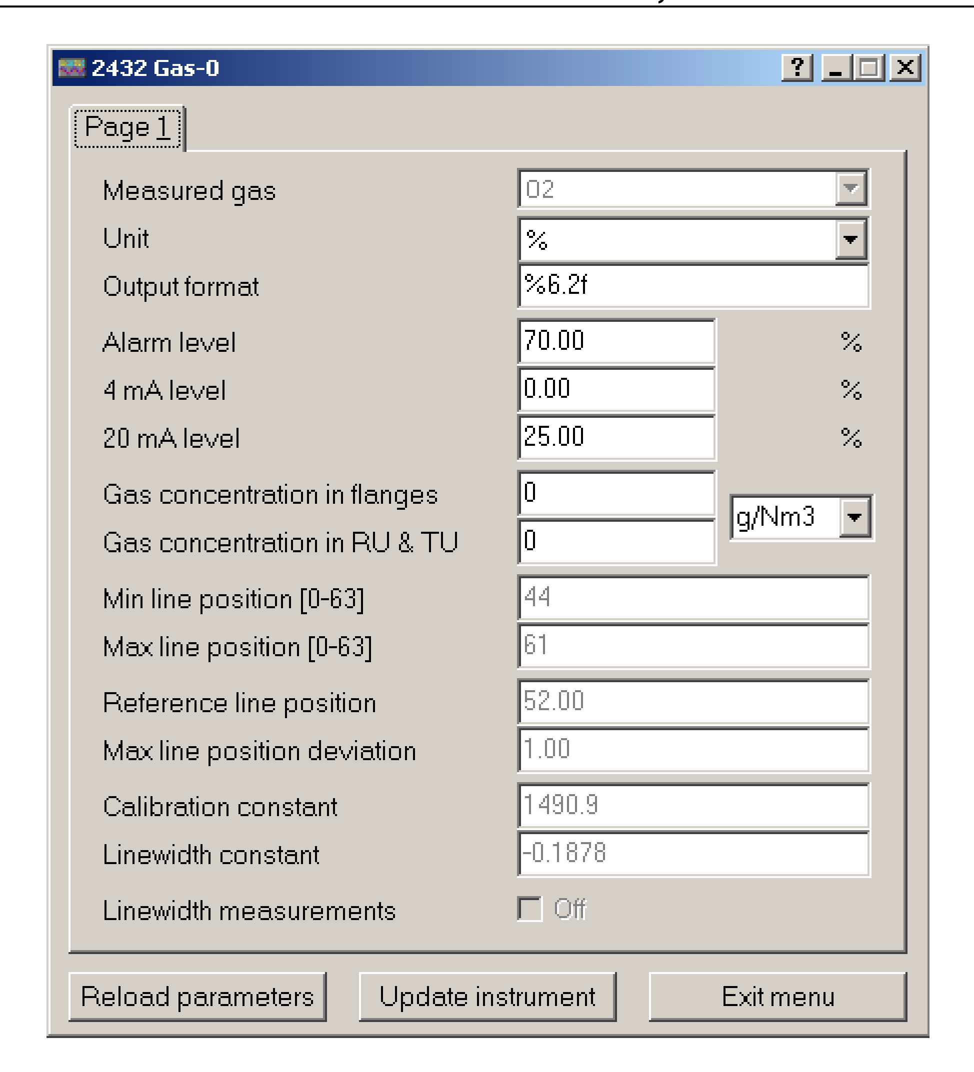
Spectral Temp. Inst	1260.8 K
Spectral Temp. Avg	1253.9 K
Spectral Temp. Std	6.3 K

Plot readings
Second harmonic signal
Log readings
View error log
Measurement configuration
Gas specific para...
Calibrate instru...
TCP/IP & modem configuration
File download / upload
Screen update period (s) 5

Gas 1: O2
Gas 2: O2 Temp

Exit program   Show extra readings

Nach Wahl einer Absorptionslinie wird das folgende Menü auf dem Bildschirm dargestellt.



Gaskonzentration (Gas concentration)

Die Gaskonzentration kann in den folgenden Maßeinheiten dargestellt werden: *g/m³*, *mg/m³*, *%*, *ppm*, *g/Nm³* und *mg/Nm³*. Diese können in zwei Kategorien eingeteilt werden: Die absoluten Einheiten *g/m³* und *mg/m³* sowie die relativen Einheiten *%, ppm, g/Nm³* und *mg/Nm³* .

Die Gaskonzentration in absoluten Einheiten (g/m^3 oder mg/m^3) zeigt das Gewicht des gemessenen Gases pro Volumeneinheit an. In diesem Fall muss dem Instrument die tatsächliche Temperatur des gemessenen Gases bekannt sein, wohingegen die Kenntnis des Druckes nicht notwendig ist, wenn das Gerät mit eingeschalteter Kompensation der Linienbreite arbeitet.

Die relativen Einheiten $\%$ und ppm messen den Volumenanteil des Gases, wobei angenommen wird, dass sich alle Komponenten des Gasgemisches als ideale Gase verhalten. Die in den relativen Einheiten g/Nm^3 und mg/Nm^3 gemessenen

Konzentrationen sind die Werte, die man aus den absoluten Werten in g/m^3 und mg/m^3 erhält, wenn man diese auf die Normalbedingungen P=1013,25 mbar und T=273,1° K bezieht, wobei ebenfalls angenommen wird, dass sich alle Komponenten als ideale Gase verhalten. Bei Verwendung einer relativen Einheit sollten der Druck und die Temperatur des gemessenen Gases korrekt angegeben sein.

Ausgabeformat (Output format)
Je nach Anwendung kann der Messbereich sehr unterschiedlich sein. Daher ist es möglich, die Anzahl der angezeigten Vor- und Nachkommastellen zu spezifizieren.

Die Formatangabe entspricht dem Formatstring für Gleitkommazahlen in der Programmiersprache C (%6.2f bedeutet, dass die Zahl insgesamt 6 Stellen inkl. Dezimalpunkt sowie 2 Nachkommastellen hat z.B. 123.45).
Das Format kann entweder direkt als String (Zahlenfolge) angegeben werden.

Alarmschwelle für Gaskonzentration (Alarm level)
Sobald die gemessene Gaskonzentration einen festgelegten Wert überschreitet, wird das Alarmrelais aktiviert.
Dieser Wert wird als „Alarm level“ bezeichnet. (Informationen zur Kontaktbelegung finden Sie in Kapitel 6, Tab.6-5.)
Der Alarmgrenzwert muss in der gewählten Anzeigeeinheit spezifiziert werden. Wird zu einem späteren Zeitpunkt eine andere Anzeigeeinheit ausgewählt, so muss der Alarmschwellwert erneut gesetzt werden.
Wenn das Gerät für die Analyse mehrerer Gaskomponenten ausgelegt ist, kann für jede Gaskomponente ein Schwellwert festgelegt werden. Sobald einer der Schwellwerte erreicht wird, erfolgt eine Aktivierung des zugehörigen Relais.

Gaskonzentration in den Flanschen und im Analysator
Die Gaskonzentrationen in den Flanschen und im Gerät (Sender- und Empfängereinheit) werden für jedes Gas individuell festgelegt. Die entsprechenden optischen Längen sind für alle Gase identisch und werden im Untermenü `<Measurement configuration>` eingegeben.
Beachten Sie, dass die Einheit der Gaskonzentration in den Flanschen und im Gerät immer g/Nm^3 , $\%$ und ppm sind, unabhängig von der gewählten Anzeigeeinheit des zu

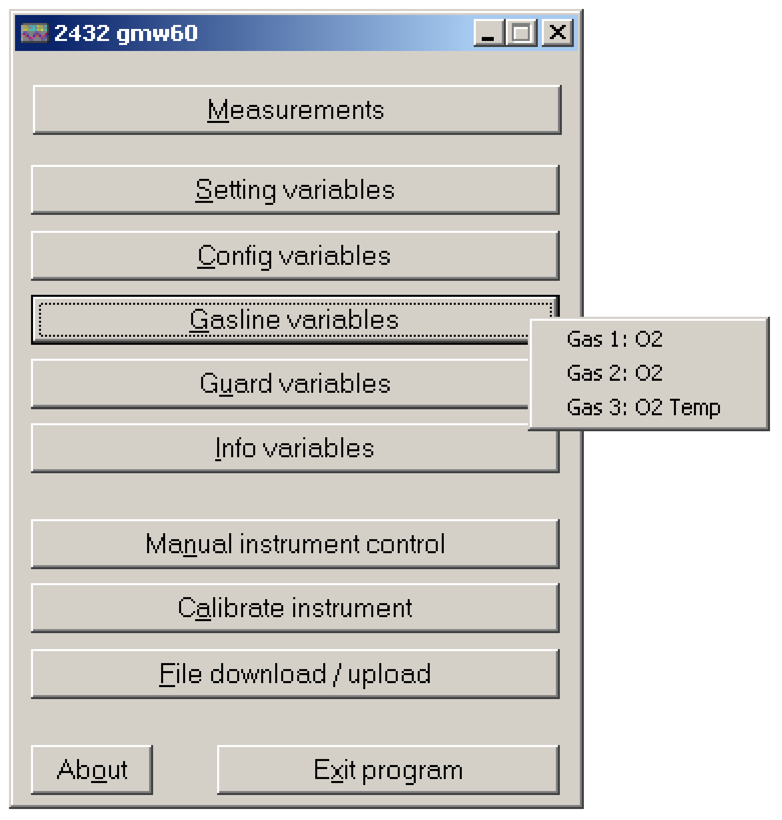
messenden Gases. Bei der Anwendung des LaserGas Monitors zur Sauerstoffanalyse mit luftgespülten Stutzen muss die Sauerstoff-Konzentration 298.6 g/Nm^3 betragen. Wenn die Stutzenspülung mit Inertgas erfolgt, muss die Gaskonzentration in den Flanschen auf den Wert Null gesetzt werden.

Kalibrationskonstante (Calibration constant)
Zur Kalkulation der Gaskonzentration wird die Signalamplitude mit dieser Konstante multipliziert.

Linienbreitenkonstante (Linewidth constant)
Diese Konstante wird zu der gemessenen Linienbreite addiert, um den korrekten Wert zu erhalten. Beide Konstanten können durch eine Kalibrierung verändert werden.

Messung der Linienbreite (Linewidth measurements)
Dieser Parameter aktiviert oder deaktiviert die Messung der Linienbreite des jeweiligen Gases. Befindet er sich in der AUS-Stellung, so wird die Linienbreite unter Einbeziehung des Gasdruckes und der Temperatur berechnet.
Dieser Parameter sollte nicht ohne vorherige Absprache mit dem Hersteller oder dem Distributor geändert werden.

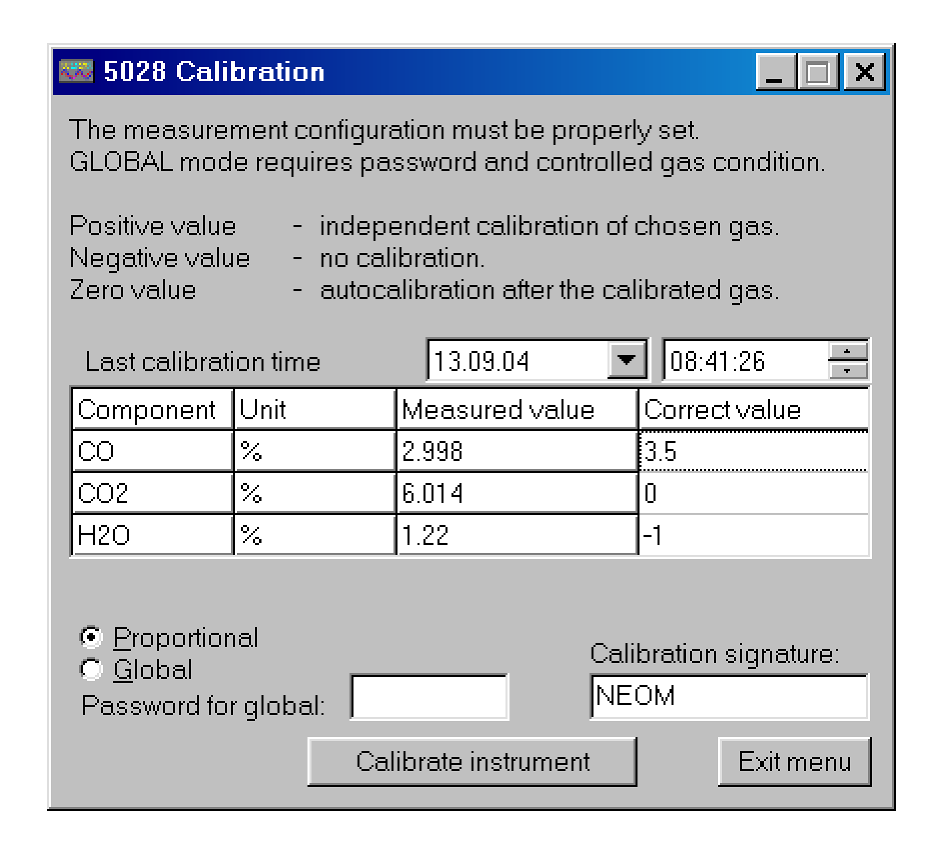
Im folgenden Beispiel des Auswahlmenüs wird nur ein Gas (O_2) gemessen, es werden jedoch 3 Absorptionsbanden benutzt.



Line -1 ist die Hauptlinie, die zur Messung der Gaskonzentration verwendet wird. Durch die Wahl dieser Linie kann der Benutzer die Anzeigeeinheit, das Anzeigeformat, die Parametrierung für den 4-20 mA-Ausgang sowie andere zur Sauerstoffmessung relevante Parameter festlegen.
Das Menü für die zweite Linie, die zur Messung von Temperatur benötigt wird, ist im STANDARD-Modus des Programms nicht verfügbar. Durch die Wahl der dritten Linie kann der Benutzer die entsprechenden Werte für die Temperaturanalyse festlegen.
Nicht alle Geräte zur Sauerstoff/Temperaturanalyse benutzen 3 Spektrallinien. Viele Geräte messen 2 Linien, die erste Linie zur Messung der Konzentration und die zweite Linie zur Messung der Temperatur.

4.3.7 Kalibrierung

Die Kalibrierung der Gase und der spektralen Temperatur (wenn vorhanden) erfolgt in diesem Menü.



Es gibt zwei verschiedene Kalibriermodi: "PROPORTIONAL" und "GLOBAL", die Sie aufrufen können. Der Standard-Kalibriermodus ist **PROPORTIONAL**. In diesem Modus führt das Instrument eine proportionale Anpassung der Kalibrationskonstanten, basierend auf den gemessenen und spezifizierten Gaskonzentrationen, durch.
Die proportionale Kalibrierung kann durchgeführt werden, wann immer der Benutzer eine Anpassung der Messwerte für erforderlich hält, z.B. auch während eines laufenden Prozesses.

Bitte beachten Sie die folgenden Anmerkungen:

- Jedes Gas kann individuell kalibriert werden. In diesem Fall werden die korrekten Konzentrationen für jedes Gas eingegeben.
- Für eine Gaskomponente, die nicht kalibriert werden soll, muss ein negativer Wert eingegeben werden(z.B. –1).

Auch eine automatische Kalibrierung einer Gaskomponente ist möglich. Gas A wird durch Eingabe des korrekten Wertes kalibriert. Gas B wird durch Eingabe eines Wertes von Null automatisch kalibriert. In diesem Fall wird die Kalibrierkonstante für die Linienamplitude und die Linienbreite für Gas B entsprechend der Kalibrierung des Gases A angepasst.

In dem vorgegebenen Beispiel wird CO_2 auf einen Wert von 3,5% kalibriert. Die Kalibrierkonstanten für CO_2 werden entsprechend angepasst und die Kalibration für H_2O wird unberücksichtigt gelassen. Zur Identifizierung können Sie Ihre Initialen eingeben.
Drücken Sie <F1>, um das Gerät mit den neuen Werten zu aktualisieren. Das Gerät nutzt die aktuell gemessenen Konzentrationen, um alle notwendigen Kalkulationen zu vollziehen. Die neuen Kalibrierwerte werden gespeichert und die Kalibrierzeit wird aktualisiert.

Alle Geräte werden werkseitig mit zertifiziertem Prüfgas vorkalibriert. Diese Kalibrierung wird dann in dem entsprechenden Temperatur-/Druckbereich verifiziert, so dass mit Erhalt des Gerätes keine Notwendigkeit einer Nachkalibrierung besteht.
Werden dennoch abweichende Messergebnisse erzielt, kann das Gerät direkt im Prozess nachkalibriert werden.
Bitte beachten Sie, dass bei einer Nachkalibrierung alle werksseitigen Voreinstellungen verändert werden und keine Garantie für eine zuverlässige Messung mehr übernommen werden kann.

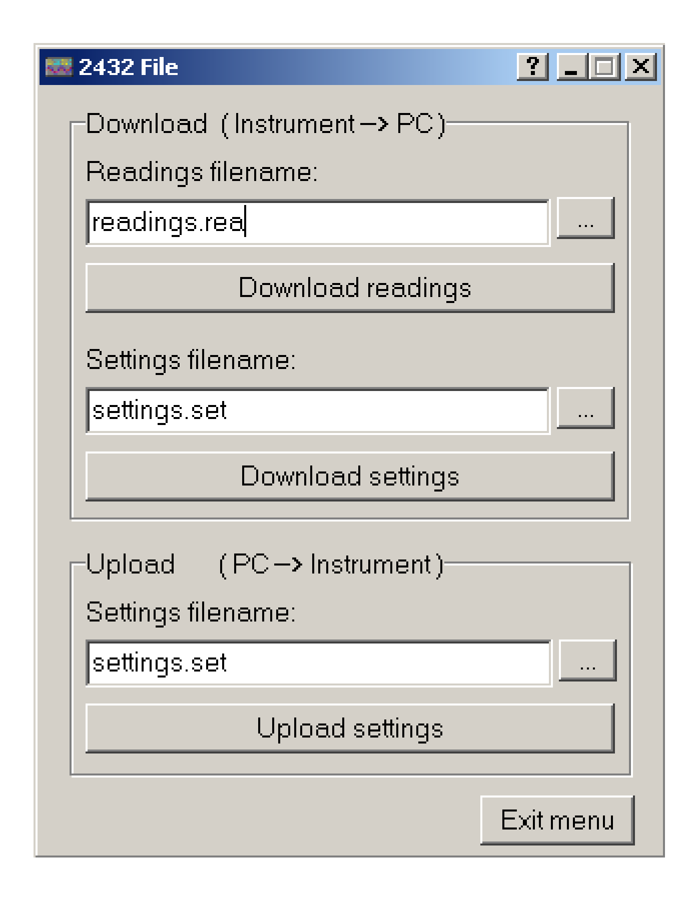
Im **GLOBALEN** Kalibriermodus führt das Instrument eine Kalibration der Absorptionslinienbreite und -amplitude durch. Die Kalibrationskonstante und die Linienbreitenkonstante werden dann auf Basis dieser Messungen angepasst. Für diesen Kalibriervorgang muss sich das Referenzgas in einem stabilen, kontrollierten Zustand befinden. Die Kalibrierung sollte mit einer Kalibrierküvette unter Verwendung eines zertifizierten Gasgemisches durchgeführt werden. Es sollte jedoch geprüft werden, ob eine Neukalibrierung tatsächlich notwendig ist. Eine globale Kalibrierung erfordert Erfahrung im Umgang mit Gasgemischen und sollte nur nach Rücksprache mit Bernt GmbH oder NEO durchgeführt werden. Allgemeine Empfehlungen zu dieser Kalibrieroption finden Sie im Abschnitt 5.2. Der Kalibriervorgang entspricht dem der proportionalen Kalibriermethode. Der einzige Unterschied ist, dass nach Drücken von

<F1> ein Passwort abgefragt wird, das Sie von den Firmen Bernt oder NEO erhalten. Bei korrekter Durchführung garantiert die globale Kalibrierung (siehe Abschnitt 5.2) die Gültigkeit der Kalibrierparameter im spezifizierten Druck- und Temperaturbereich.

Der Kalibriermodus PROPORTIONAL/GLOBAL ist für alle Gase identisch. Dennoch ist es möglich, ein Gas im GLOBAL Modus und ein anderes Gas im PROPORTIONAL Kalibriermodus zu kalibrieren. In diesem Fall wird der GLOBAL Modus ausgewählt und die Messung der Linienbreite des Gases, welches proportional kalibriert werden soll, im Gasline Menü ausgeschaltet.
Nach erfolgter Kalibrierung kann die Messung der Linienbreite wieder angestellt werden. Dieser Kalibriermodus trifft nicht auf die Messung der Spektral-Temperatur zu.
Bitte beachten Sie, dass die bei der Kalibration vorliegenden Werte für Druck, Temperatur und die Parameter des optischen Pfades korrekt eingestellt sind. Anpassungen können im Untermenü `<Measurement configuration>` erfolgen.

4.3.8 Speichern von Dateien

Über das Menü `<File download>` können alle Geräteparameter und Messdaten als ASCII-Datei gespeichert werden. Der Bildschirm sieht folgendermaßen aus:



Zwei unterschiedliche Dateitypen können gespeichert werden: Alle Messdaten sowie alle Geräteeinstellungen. Durch Eingabe in den Feldern kann der Dateiname geändert werden.
Wir empfehlen, für Messwerte die Dateiendung *rea* und für Geräteeinstellungen die Endung *set* zu verwenden.

Nach Drücken von `<Download readings>` speichert das Gerät alle Messdaten (entsprechend eines Scans) in einer Datei mit dem festgelegten Namen ab. Diese Daten können später wieder aufgerufen und analysiert werden. Alternativ können die Messwerte im Menü für das `<Second harmonic Signal>` gespeichert werden.

Nach Drücken von `<Download settings>` liest das Instrument alle Geräteeinstellungen und speichert sie in einer Datei mit dem festgelegten Namen ab.

Diese Option dient als Backup für die Geräteeinstellungen. Damit die ursprünglichen Einstellungen bei Bedarf wiederhergestellt werden können, sollten die aktuellen Parameter vor jeder größeren Änderung der Geräteeinstellungen sowie vor und nach jeder Kalibrierung abgespeichert werden.
Die Geräteeinstellungen können aus einer Datei wieder hergestellt oder das Gerät mit den neuen Messdaten aktualisiert werden. Diese Möglichkeit besteht jedoch nur im ADVANCED-Modus und der Benutzer benötigt hierfür ein Passwort.
Es sollte sichergestellt werden, dass die Datei die richtigen Einstellungen enthält und tatsächlich dem zugehörigen LaserGas Monitor entspricht.

Bitte beachten Sie, das falsche Einstellungen z.B. für Diodenstrom und Lasertemperatur zu einer Beschädigung des Lasers führen können.

4.3.9 Weitere Parameter

Durch Betätigung von `<Show extra readings>` können weitere Parameter, die für den Benutzer von Interesse oder bei der Fehlersuche von Nutzen sind, angezeigt werden.

4.3.10 Aktualisierung der Anzeige

Die Zeit für die Aktualisierung des Bildschirmes lässt sich durch Betätigung von `<Screen update period (s)>` einstellen. Voreingestellt geschieht dies alle 5 Sekunden. Diese Vorgabe sollte nicht kürzer als die tatsächlich zur Ermittlung der Konzentration benötigte Zeitspanne sein.

4.4 Ethernet- und Modemanschluss

Bei Verwendung eines Modems wenden Sie sich bitte zwecks Handhabung an die Firma Bernt GmbH.

2432 TCP/IP

Modem init string	AT &F0 S0=1 &W0 &Y0 O0
IP address (e.g. 192.168.1.5)	192 . 168 . 1 . 237
IP netmask (e.g. 255.255.255.0)	255 . 255 . 255 . 0
Port number (default: 5001)	5001
Gateway IP address (not required)	0 . 0 . 0 . 0

Reload variables | Update instrument | Exit menu

5. BETRIEB, WARTUNG UND KALIBRIERUNG

Nach der erfolgreichen Einstellung der Parameter, wie in Kapitel 4 beschrieben, ist das Instrument einsatzbereit. Der LaserGas Monitor kann sich in einem der drei folgenden Betriebszustände befinden:

1. Startup-Modus
2. Normalbetrieb
3. Fehlermodus

1. Der Startup-Modus: Nach Einschalten des Gerätes durchläuft dieses einen Selbsttest und ist dann startbereit. Der Selbsttest wird durch die Anzeige «Startup» auf der LCD-Anzeige gekennzeichnet. Das Instrument bleibt in diesem Zustand, bis der Laser und die Elektronik sich innerhalb akzeptabler Temperaturgrenzen befinden. Die LCD-Anzeige zeigt typischerweise folgenden Inhalt:

```
        NEO   MONITOR  6.0d2
              - power -
Self-test                      OK
Start-up                    0.998
```

In der rechten oberen Ecke der Anzeige wird die Softwareversion, mit der das Gerät arbeitet, angegeben. In diesem Fall ist dies die Version *6.0d2*.
Die nächste Zeile gibt den Grund für das letzte Zurücksetzen des Gerätes an: Bei einem Spannungsausfall erscheint der Hinweis -*power*-, bei einem Softwarefehler stattdessen -*watchdog*-.

Wurde der Selbsttest erfolgreich durchgeführt, erscheint in der unteren rechten Ecke der LCD-Anzeige eine Zahl, die sich solange verringert, bis sich die Lasertemperatur stabilisiert hat. Wenn die Zahl 0,3 unterschritten wird, schaltet die Software langsam den Laser ein.
Im Normalfall nimmt der Startup-Modus weniger als 3 Minuten in Anspruch.

2. Im Normalbetrieb wird die Gaskonzentration periodisch an den 4 – 20 mA Stromausgang, den Glasfaserausgang (optional) und die LCD-Anzeige ausgegeben.
Messungen können auch anhand der RS-232 Schnittstelle über das Serviceprogramm erfolgen oder über eine optional erhältliche Ethernet-Schnittstelle.
Auf der LCD-Anzeige wird die Gaskonzentration periodisch, normalerweise alle 1-5 Sekunden, angezeigt:
Werden zwei Gase mit einem Gerät gemessen, sieht die LCD-Anzeige wie folgt aus:

```
Tr  100 %            NEO    6.0d2
CO     21.32 %
CO2    32.64 %
```

Die LCD-Anzeige zeigt die gemessene durchschnittliche Gaskonzentration in der gewählten Einheit sowie die Transmissionsrate des Laserstrahls an.

Sollte es zu einer Warnmeldung kommen, wird die Gaskonzentration zwar weiterhin gemessen, die Warnmeldung wird jedoch in der untersten Zeile der LCD-Anzeige angezeigt. Sollte ein Fehlerzustand auftreten, zeigt die LCD-Anzeige anstelle der Gaskonzentration <Instr. ERROR> an, während die Art des Fehlers in der untersten Zeile erscheint. Die Fehlermeldung führt zur Deaktivierung des Fehlerrelais (Kontakte öffnen). Tritt ein Fehlerzustand auf, so fallen sowohl das Warn- als auch das Fehlerrelais ab (Kontakte öffnen). Das Stromausgangssignal fällt optional auf 2 mA ab (siehe Abschnitt 6.6). Eine Erläuterung zu den einzelnen Warn- und Fehlermeldungen finden Sie in Abschnitt 5.3.

3. Der Fehlermodus tritt ein, wenn das Instrument einen schwerwiegenden Fehler festgestellt hat, der am Gerät dauerhafte Schäden verursachen kann. In diesem Fall bricht das Gerät die Messung der Gaskonzentration ab und die meisten Funktionen werden abgeschaltet. Warn- und Fehlerrelais fallen ab (Kontakte öffnen), das Gasalarmrelais wird angezogen und das Stromausgangssignal fällt optional auf 2 mA ab (siehe Abschnitt 6.6). Dieser Betriebszustand wird auf der LCD-Anzeige als `<Instrument Off>` signalisiert. Es wird keine Gaskonzentration angezeigt und die

unterste Zeile der LCD-Anzeige gibt die Fehlerursache an (siehe Abschnitt 5.3). Nach einer Stunde versucht das Instrument einen automatischen Neustart.

5.1 Wartung

Der LaserGas Monitor kommt mit einem Minimum an Wartungsaufwand aus. Erfahrungsgemäß können bei fast allen Anwendungen Wartungsintervalle von über drei Monaten erreicht werden. Die in diesem Abschnitt beschriebenen Wartungsmaßnahmen ermöglichen einen kontinuierlichen und sicheren Betrieb des Gasmessgerätes.

5.1.1 Routine Wartungen

Die LaserGas Monitore haben keine Verbrauchsteile. Für sichere Messergebnisse empfehlen wir jedoch die regelmäßige Durchführung der folgenden Schritte:

- Kontrollieren Sie optisch regelmäßig die Transmissionsrate. Dies kann automatisch durch Benutzung des Transmissionsausganges (falls vorhanden) oder des Warnrelais geschehen.

- Reinigen Sie die optischen Fenster bei Verschmutzung und kontrollieren Sie die Ausrichtung. Passen Sie die Ausrichtung wenn nötig an (siehe Kap. 5.1.2 und 5.1.3).

- Kontrollieren Sie alle 6 - 12 Monate die Kalibrierung des Gerätes. Wenn nötig, führen Sie eine Neukalibrierung durch (siehe Kap. 5.2).

- Bei jeder durchgeführten Kalibrierkontrolle speichern Sie die Geräteeinstellungen und die Messergebnisse (“setting-Dateien” und “dump-Dateien”; Kap. 4.3.8). Diese Dateien können zu einem späteren Zeitpunkt der Kontrolle dienen.

5.1.2 Reinigung der optischen Fenster

Staub oder andere Verschmutzungen auf den optischen Fenstern reduzieren den Signalpegel. Das Instrument ist so ausgelegt, dass es eine beträchtliche Reduktion des Signalpegels (auf bis zu 10-30 %) verträgt, ohne dass dies die Qualität der Messung oder die Detektionsgrenze beeinträchtigt. Fällt der Signalpegel unter den notwendigen Wert für zuverlässige Messungen, erscheint auf der LCD-Anzeige die Anzeige «Low transmission». Die Fenster sollten nun gereinigt werden.
Um die Ansammlung von Staub auf den optischen Fenstern zu vermindern, ist der Gasmonitor normalerweise mit einem Spülanschluss ausgerüstet. Die Kontrolle der optischen Fenster sollte bei einem auftretenden Fehler trotz Spülung erfolgen.

Die optischen Fenster können mit Wasser und Seife, Glasreiniger oder Geschirrspülmittel gereinigt werden. Prüfen Sie die Fenster gründlich auf Sprünge und andere Schäden. Ist das Fenster beschädigt, muss es ausgetauscht werden.

5.1.3 Ausrichtung des Gerätes

Sollte sich die Ausrichtung von Sender und Empfänger aufgrund von äußeren Einflüssen verändern, kann es zum Abfallen des Signalpegels kommen.
Auf der LCD-Anzeige erscheint die Anzeige «Laser line-up error», meist in Verbindung mit «Low transmission». Nun ist eine Neuausrichtung von Sender und Empfänger erforderlich, dabei ist gemäß Abschnitt 3.3 bis 3.5 vorzugehen.

5.2 Kalibrierung des Gerätes

Alle gelieferten Geräte sind bereits vom Werk vorkalibriert. Eine Kalibrierung durch den Benutzer nach Erhalt des Gerätes ist daher nicht notwendig. Nach einer gewissen Betriebsdauer kann es jedoch aufgrund des Alterungsprozesses der Laserdiode zu einer Veränderung der Parameter kommen. In diesem Fall ist eine Neukalibrierung erforderlich. Eine Überprüfung der Kalibrierung einmal (halb-) jährlich unter Verwendung von zertifiziertem Testgas und einer Kalibrierküvette wird empfohlen. Das

zertifizierte Testgas sollte eine Mischung aus dem gemessenen Gas und **Stickstoff** sein. Ein O_2-LaserGas Monitor sollte mit normaler oder trockener Luft getestet und kalibriert werden.

Es sollte beachtet werden, dass von der Kalibrierung des Instruments alle weiteren Messungen abhängen. Der Betreiber sollte daher sicherstellen, dass eine Kalibrierung tatsächlich notwendig ist. Weichen die Messwerte weniger als 2-3% vom nominalen Wert der im folgenden empfohlenen Konzentrationswerte ab, sollte keine Kalibrierung durchgeführt werden. Bei diesen Werten handelt es sich um die typische absolute Genauigkeit für LaserGas Monitore. Die Genauigkeit des für die Verifizierung der Kalibrierung verwendeten Gasgemisches sollte ebenfalls berücksichtigt werden.
Bei korrekter Eingabe von Druck und Temperatur (in der Kalibrierküvette) sollte die Abweichung bei Sauerstoffmessgeräten nicht mehr als 0,2% Vol. betragen.

Die im LaserGas Monitor benutzte Technik wird als „2f-Detektion“ bezeichnet und ist eine Technik mit absolutem Nullpunkt. Daher wird in keinem Fall ein Kalibrierung der Nullebene erfolgen. Sollte versucht werden den Nullpunkt zu kalibrieren, zeigt das Gerät eine Fehlermeldung an.
Das Gerät kann nur kalibriert werden, wenn ein Absorptionsamplitudensignal oberhalb eines festgelegten Schwellwertes detektiert wird. Dieser Wert ist werksseitig bereits vorgegeben. Er beträgt üblicherweise das 20-fache des Detektionsgrenzwertes, ausgelegt auf einen optischen Pfad von 1m Länge.

Für ein optimales Signal-Rausch-Verhältnis unter Verwendung der optional erhältlichen Kalibrierküvette werden die folgenden Gaskonzentrationen empfohlen:
Bitte beachten Sie, dass HF mit einer Länge von 0,1 bis 0,15m und einer vom Hersteller erhältlichen Teflon-Kalibrierküvette mit Saphir-Fenster kalibriert werden sollte.

Gas	Empfohlener Bereich
HF	25 – 250 ppm (Teflonkalibrierküvette)
HCl	15 – 200 ppm
NH_3	30 – 400 ppm
H_2O (geringe Konz.), HCN, CH_4	50 – 500 ppm
H_2S	200 – 1000 ppm
CO	0,5 – 5 % vol.
NO	500 – 5000 ppm

Tabelle 5-1: Empfohlene Gaskonzentrationen zur Kalibrierung

Steht nur ein Gasgemisch mit höherer Konzentration zur Verfügung, verdünnen Sie es mit Stickstoff und verwenden Sie eine Gaszusammenstellung entsprechend Tabelle 5-1. Zu geringe Konzentrationen sind nicht empfehlenswert, da die Messungen sowohl durch den Rauschpegel als auch von Adsorptions- und Desorptionsprozessen in den Kalibrierküvetten und Rohren beeinflusst werden können.

Führen Sie die Verifizierung und Kalibrierung anhand folgender Schritte durch:

1. Lassen Sie das Gerät vor der Verifizierung und/oder Kalibrierung mindestens eine Stunde warmlaufen.
2. Schließen Sie Sender und Empfänger, wie in Abbildung 5.1 dargestellt, an die Kalibrierküvette an. Starten Sie das Serviceprogramm (siehe Kapitel 4.1).
3. Vergewissern Sie sich, dass die Parameter für den optischen Pfad, wie in Abschnitt 4.3.5 beschrieben, korrekt eingestellt sind. Die Länge der Flansche und die Gaskonzentration in den Flanschen sollten auf Null gesetzt werden. Prüfen Sie, ob die manuell eingegebenen Druck- und Temperaturwerte oder die über die 4-20mA-Eingänge gemessenen Temperatur- und Druckwerte korrekt sind.
4. Leiten Sie das Kalibriergas in die Kalibrierküvette. Warten Sie, bis sich das System stabilisiert hat.
5. Führen Sie, falls erforderlich, die Kalibrierung (GLOBAL oder PROPORTIONAL) wie in Kapitel 4.3.7 beschrieben durch.
6. Speichern Sie die neuen Einstellungen, wie in Abschnitt 4.3.8 beschrieben, ab.
7. Setzen Sie die Parameter für den optischen Pfad, den Druck und die Temperatur zurück (Kap. 4.3.5).
8. Das Instrument kann nun wieder in die ursprüngliche Position montiert werden.

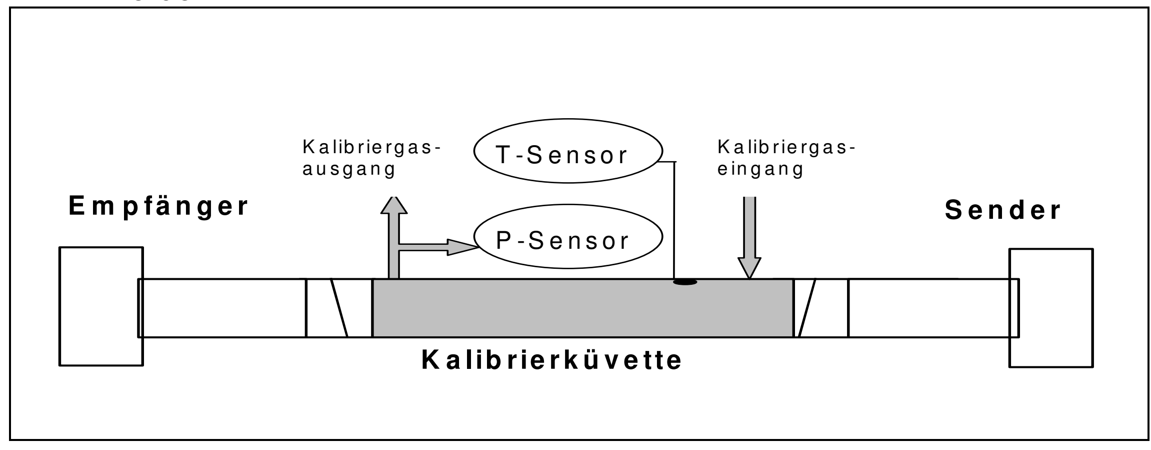


Abb. 5-1: Kalibrierküvette mit angeschlossenem Messgerät

(T-Sensor = Temperatursensor und P-Sensor = Drucksensor; sind zusätzlich durch die Anwender extern anzuschließen)

Fließt Gas durch die Kalibrierküvette, ist der Druck in der Kalibrierküvette höher als der Umgebungsdruck. Der Druckunterschied hängt von der Durchflussrate sowie dem Durchmesser und der Länge der Abflussleitungen ab.
Da der Umgebungsdruck variieren kann, sollte der Gasdruck in der unmittelbaren Umgebung der Kalibrierküvette mit einem absoluten Drucksensor gemessen werden, damit während der Verifizierung und Kalibrierung ein korrekter Gasdruck gewährleistet ist.
Sollte nur der Umgebungsdruck bekannt oder der Drucksensor weiter entfernt von der Kalibrierküvette installiert sein, so kann der Gasdurchfluss vor der Kalibrierung unterbrochen werden. Danach muss der Benutzer ca. 1 Minute warten, bis sich das Gerät stabilisiert hat und erst dann kann eine Kalibrierung erfolgen. In diesem Fall entspricht der Gasdruck dem Umgebungsdruck.

Bei Gasen wie HF, NH_3, H_2O, HCl und H_2S ist Vorsicht geboten. Da sie sehr schnell reagieren und "anhaftend" sind, ist es aufgrund von Adsorption und Desorption in den Rohren und innerhalb der Kalibrierküvette nicht einfach, die erforderliche Gaskonzentration in der Kalibrierküvette zu erreichen.

Folgende Empfehlungen sollten daher beachtet werden:

- Verwenden Sie Kalibrierküvetten aus Edelstahl (Teflon für HF oder PVC für HCl)
- Verwenden Sie Teflonschlauch.
- Die Leitungslänge sollte so kurz wie möglich sein.
- Spülen Sie die Zelle mit Kalibriergas.
- Verwenden Sie hohe Durchflussraten wie 5-7 l/min.
- Warten Sie, bis sich die Gaskonzentration in der Zelle stabilisiert hat.
- Überprüfen Sie, ob die gemessene Gaskonzentration beim Erhöhen der Durchflussrate konstant bleibt. Falls ja, hat die Gaskonzentration in der Zelle den erwarteten Wert erreicht.

5.2.1 PROPORTIONALE oder GLOBALE Kalibrierung

Die Kompensation der Linienverbreiterung setzt die Messung zahlreicher Parameter voraus. Diese Parameter sind kritisch für die Genauigkeit, sobald die Linienbreitenkompensation (Line broadening compensation) benutzt wird.

PROPORTIONALE Kalibrierung:
Hier erfolgt die Kalibrierung des Messbereichsendwertes der Gaskonzentration durch Anpassung des Höchstwertes des Amplitudensignals und der Gaskonzentration. Nur die proportionale Kalibrierkonstante wird von der PROPORTIONALEN Kalibrierung beeinflusst.

GLOBALE Kalibrierung:
Hier erfolgt die Kalibrierung der Amplitude und der Linienbreite. Es ist wichtig, den Kalibrieranweisungen genau zu folgen und insbesondere den genauen Druck und die Temperatur der Kalibrierküvette zu bestimmen.
Die P (Druck)- und T (Temperatur)-Werte können mittels des Serviceprogramms festgelegt werden. Alternativ kann der 4-20 mA-Ausgang benutzt werden, wenn die Gaswege mit der Kalibrierküvette verbunden sind.
Des weiteren können die internen Sensoren des LaserGas Monitors verwendet werden, wenn die Werte denen der Kalibrierküvette entsprechen.
Bei der Kalibrierung darf nur ein Gemisch aus trockenem Gas vermischt mit Stickstoff verwendet werden. Für die Messung von Sauerstoff kann Luft verwendet werden.

Anwendung der GLOBALEN Kalibrierung:

- Wenn sich die Eigenschaften des Lasers scheinbar verändert haben. Dies kann nur durch Fachpersonal anhand der vom Gerät aufgezeichneten dump-Dateien herausgefunden werden.
- Nach Serviceeinsätzen, wenn beispielsweise das Lasermodul, die Hauptplatine oder die Empfängerplatine ersetzt wurde. (Durchführung nur von qualifiziertem Fachpersonal!)
- Nach Anpassung der Geräteparameter (Amplituden-, Phasenmodulation oder andere Lasereinstellungen). (Durchführung nur von qualifiziertem Fachpersonal!)

Wenden Sie niemals die GLOBALE Kalibriermethode an, wenn:

- Das Gerät während der Anwendung misst (mit Prozessgas).
- Die Konzentration des Kalibriergases sehr gering ist oder die Pfadstrecke der Kalibrierküvette so kurz ist, dass das Signal-Rausch-Verhältnis nicht brauchbar ist.
- Die zuvor beschriebenen Bedingungen für eine GLOBALE Kalibrierung nicht zufriedenstellend sind. Ist eine Neukalibrierung erforderlich, so benutzen Sie stattdessen die PROPORTIONALE Kalibriermethode.

5.3 Problembehebung

Alle Statusinformationen werden auf der LCD-Anzeige dargestellt, die vorne auf der Sendereinheit oder in abgesetzter Ausführung montiert ist. Die Betriebszustände und mögliche Fehlermeldungen werden im folgenden erläutert. Weiter Angaben finden Sie auch in Kapitel 6.5.

Fehlermeldung	Erklärung / Abhilfe
« Low transmission »	WARNUNG Die Transmissionsrate durch die optischen Fenster des Instruments hat den zulässigen Wert unterschritten. Mögliche Ursache ist eine fehlerhafte Ausrichtung oder die Verschmutzung der optischen Fenster. Reinigen Sie die Fenster und kontrollieren Sie die Ausrichtung. (Kap. 5.1.2 und 5.1.3)
« Laser line-up error »	FEHLER Der Laserstrahl trifft den Empfänger nicht. Reinigen Sie die optischen Fenster, kontrollieren Sie den optischen Pfad und richten Sie die optischen Achsen neu aus. (Kap. 5.1.2 und 5.1.3)
« P/T out of range »	WARNUNG Gemessener Druck oder gemessene Temperatur sind für Druck- oder Temperaturkompensation zu hoch. Die gemessene Gaskonzentration ist möglicherweise ungenau. Sind die gemessenen Werte korrekt, misst das Gerät außerhalb der Spezifikation.
« PLC T-read error »	FEHLER Fehler beim Messen der Temperatur über den 4-20mA-PLC-Eingang. Die gemessene Gaskonzentration ist falsch. Überprüfen Sie die Verbindung zum Temperatursensor und 4-20mA-Signal oder verwenden Sie einen festen Wert für die Temperatureinstellung.

Fehlermeldung	Erklärung / Abhilfe
« PLC P-read error »	FEHLER Fehler beim Messen des Druckes über den 4-20mA-PLC-Eingang. Die gemessene Gaskonzentration ist falsch. Überprüfen Sie die Verbindung zum Drucksensor und das 4-20 mA-Signal oder verwenden Sie einen festen Wert für die Druckeinstellung.
« Voltage supply fail »	Die Betriebsspannung liegt außerhalb des zugelassenen Bereiches von 18-36 VDC. Überprüfen und korrigieren Sie die Spannungsversorgung. Kontaktieren Sie das Fachpersonal, wenn der Fehler bestehen bleibt.
« Low laser temp. » « High laser temp. »	FEHLER Die Temperaturregelung des Lasers ist ausgefallen und der Laser ist zu kalt/warm. Der LaserGas Monitor wechselt den Fehlermodus und nach einer Stunde erfolgt automatisch ein Neustart. Wenn die Sendereinheit überhitzt ist, kühlen Sie diese indirekt durch Verwendung von wärme-ableitenden Schildern (Blechen) oder verbesserter Luftzufuhr (Luftzirkulation). Ist die Einheit nicht überhitzt, kann dies auf schlechte elektrische Verkabelung oder auf einen Hardwarefehler hinweisen. Kontaktieren Sie das Fachpersonal, wenn der Fehler bestehen bleibt.
« Low box temp. » « High box temp. »	FEHLER Die Temperatur von Sender oder Empfänger übersteigt die zulässige Betriebstemperatur. Der LaserGas Monitor wechselt in den Fehlermodus und automatisch erfolgt ein Neustart nach einer Stunde. Prüfen Sie die Umgebungstemperatur des Gerätes und kühlen Sie diese indirekt durch Verwendung von wärmeableitenden Schildern (Blechen) oder verbesserter Luftzuführung (Luftzirkulation). Kontaktieren Sie das Fachpersonal, wenn der Fehler bestehen bleibt.

Fehlermeldung	Erklärung / Abhilfe
« EEPROM error »	FEHLER Interner Fehler des Mikrokontroller - EEPROMs. Der LaserGas Monitor arbeitet mit den Werkseinstellungen. Spielen Sie die Originalwerte wieder einstellen. Kontaktieren Sie das Fachpersonal, wenn der Fehler bestehen bleibt.
« Low line position » « High line position » « No absorption line»	FEHLER Das Gerät zeigt einen spektroskopischen Fehler an. Dies kann verschiedene Gründe haben: 1) Unbekannte Gaseinflüsse in der Messung 2) Falsche Lasertemperatur 3) Die Sendereinheit arbeitet außerhalb zulässiger Temperaturgrenzen oder 4) Fehlerfunktion des Lasers Kontrollieren Sie die Funktion des LaserGas Monitors an der Kalibrierküvette mit geeignetem Prüfgas und lassen Sie den LaserGas Monitor mind. 70 Minuten laufen. Ist der Fehler nicht behoben, kontaktieren Sie das Fachpersonal.
«Saturation of direct»	FEHLER Das Detektorsignal geht in die Sättigung. Tritt der Fehler bei verdunkeltem Empfängerfester auf, liegt ein elektronischer Fehler vor. Dieser Fehler kann nach dem Wechsel der Laserdiode oder der Empfängereinheit auftreten. Ändern Sie die Transmission oder die Verstärkung am Empfänger. Ist der Fehler nicht behoben, kontaktieren Sie das Fachpersonal.
«Saturation of harm »	FEHLER Das Detektorsignal geht in die Sättigung. Dies kann die folgenden Ursachen haben: 1) Die Gaskonzentration ist zu hoch oder die Länge des optischen Pfades ist zu lang. Reduzieren Sie wenn möglich die Verstärkung für die zweite Harmonische im Empfängerteil oder verkürzen Sie den optischen Pfad für hohe Gaskonzentrationen. 2) Tritt der Fehler nach Verdunkelung des Empfänger-fensters immer noch auf, so liegt ein elektronischer Fehler vor. Kontaktieren Sie das Fachpersonal.

Fehlermeldung	Erklärung / Abhilfe
« Self-test fail »	FEHLER Das Gerät hat während der Start-Up-Phase einen Fehler ermittelt. Starten Sie das Gerät erneut. Tritt der Fehler wieder auf, notieren Sie sich die in der LCD-Anzeige dargestellte Fehlermeldung und kontaktieren Sie das Fachpersonal.
All other error messages	Notieren Sie alle auf der LCD-Anzeige dargestellten Fehlermeldungen und kontaktieren Sie das Fachpersonal.

Tabelle 5-2: Mögliche Fehlermeldungen der LCD-Anzeige im LaserGas Monitor

5.4 Problembehebung bei der Modemverbindung

Treten bei der Modemverbindung Problem auf, wenden Sie sich bitte an die Firma Bernt GmbH.

6. ELEKTRISCHE ANSCHLÜSSE

Die angegebene Polarität in der Spalte BESCHREIBUNG gilt nur zur Bezeichnung und gibt nicht zwingend die Polarität der tatsächlichen Signale wieder. Alle Potentiale sind ungeerdet und dürfen nicht geerdet werden. Dies trifft auf alle Anschlusstabellen zu.

6.1 Anschluss der Sendereinheit

Der Anschluss der Sendereinheit wird in der folgenden Abbildung dargestellt:

Abb. 6-1: Elektrische Anschlüsse der Sendereinheit

6.2 Anschlüsse der Empfängereinheit

Die Empfängereinheit kann in zwei unterschiedlichen Ausführungen geliefert werden:
a) mit Kabelverschraubung (siehe Tabelle 6-1)
b) mit abnehmbarem (Phoenix-) Stecker (siehe Tabelle 6-3)

Anschluss	*Klemmen-Nr.*	*Farbcode*	*Beschreibung*
1	7	**weiss/grün**	Optional 1 / NC
2	7	**braun/grün**	Optional 2 / NC
3	8	**weiss/gelb**	Optional 3 / NC
4	8	**gelb/braun**	Optional 4 / NC
5	3	**grau**	RU Temp+
6	3	**rosa**	RU Temp-
7	4	**blau**	MODSQ+
8	4	**rot**	MODSQ-
9	5	**schwarz**	RU PWR +
10	5	**violett**	RU GND +
11	6	**grau/rosa**	RU GND -
12	6	**blau/rot**	RU PWR -
13	1	**weiss**	Direct +
14	1	**braun**	Direct -
15	2	**grün**	2. Harmonic +
16	2	**gelb**	2. Harmonic -

Tabelle 6-1: Klemmenplan Empfängereinheit

6.3 Anschlüsse der Sendereinheit

Anschluss	*Klemmen-Nr.*	*Farbcode*	*Beschreibung*
1			Temperature Probe -
2			Temperature Probe +
3			Pressure Probe -
4			Pressure Probe +
5			Flow Probe -
6			Flow Probe +
7			Probes + 24V
8			Probes AGND
9			Probes + 24V
10		**weiss**	+ 18-36V Input
11		**grün**	+ 18-36V Input
12		**grau**	+ 18-36V Input
13		**braun**	0V Input
14		**gelb**	0V Input
15		**rosa**	0V Input

Tabelle 6-2: Klemmenplan Sendereinheit - Einspeisung und 4-20 mA Eingang (Buchse C)

Anschluss	Paar-Nr.	Farbcode	Beschreibung
1		**NC**	Lineup+ / Aux1
2	3	**rosa**	RU Temp-
3	3	**grau**	RU Temp+
4	4	**rot**	MODSQ-
5	4	**blau**	MODSQ+
6	5	**schwarz**	RU PWR +
7	5	**violett**	RU GND +
8		**NC**	Aux3
9	6	**grau/rosa**	RU GND -
10	6	**blau/rot**	RU PWR -
11	1	**braun**	Direct -
12	1	**weiss**	Direct+
13	2	**gelb**	2. Harmonic -
14	2	**grün**	2. Harmonic +
15		**NC**	Lineup- / Aux2

Tabelle 6-3: Verbindungskabel zwischen Sender- und Empfängereinheit (nur für Phoenix-Steckerverbindung) (Buchse A)

Anmerkung: In der Open-Path- oder Dual-Path-Version existieren keine Empfängereinheiten

Anschluss	Farbcode	Beschreibung	Anmerkung
1		Data Carrier Detect	Connected to 4.
2		Transmit Data	
3		Receive Data	
4		Data Terminal Ready	
5		Ground	
6		Data Set Ready	Connected to 4.

Tabelle 6-4: RS 232 Schnittstelle (Buchse D)

LaserGas II - Transmitter , Aux Board			
Anschluß	Paar-Nr.	Farbcode	Beschreibung
1			Relais 4 - B
2			4-20mA PLS1 Output
3			4-20mA PLS1 GND
4			4-20mA PLS2 Output
5			4-20mA PLS2 GND
6			4-20mA PLS3 Output
7			4-20mA PLS3 GND
8			Spare
9			Relay 1 - A (Instrumentenfehler)
10			Relay 1 - B
11			Relay 2 - A (Warnung)
12			Relay 2 - B
13			Relay 3 - A (Gasalarm)
14			Relay 3 - B
15			Relay 4 - A (Aux/Range)

Tabelle 6-5: Klemmenplan Hilfsplatine (Buchse B)

Anschluss	Farbcode	Beschreibung	Anmerkung
1	weiss/orange	TX+	
2	orange	TX-	
3	weiss/grün	RX+	
4	blau		
5	weiss/blau		
6	grün	RX-	
7	weiss/braun		
8	braun		

Tabelle 6-6: Ethernet RJ-45 Anschluss (Buchse E)

Die AKTIVEN Druck- und Temperatursensoren (mit eigener Stromversorgung für die 4-20mA-Stromschleife) sollten mit (+) am <SIG>-Anschluss und mit (-) am <GND>-Anschluss angeschlossen werden (Buchse C).

Die PASSIVEN Druck- und Temperatursensoren (erfordern eine externe Stromversorgung) sollten mit (+) am <+24V>-Anschluss und mit (-) am <SIG>-Anschluss angeschlossen werden.

Der 4-20mA-Stromausgang des PLC ist AKTIV und galvanisch getrennt (potentialfrei). Die maximale Bürde beträgt 500 Ω. (ohmsche Last; siehe Abb. 6-2 und 6-3)

Die Relais (Fehler, Warnung, Gasalarm) können in externe Schaltkreise integriert werden. Sie können an 30 VAC / DC bei 1A betrieben werden.

Bitte beachten Sie: An den LaserGas Monitoren angeschlossene externe Relais können Ströme oder Spannungen erzeugen, welche die zuvor beschriebenen Werte übersteigen können. Wir empfehlen den Einsatz von externen Schutzdioden.

6.4 Anschluss an die Stromschleife (4-20mA) (PLC)

Abb. 6-2 und Abb. 6-3 zeigen die aktiven bzw. die passiven 4-20mA Stromanschlüsse (hier mit PLC bezeichnet). Die mit *"Sonde…"* in der folgenden Zeichnung gekennzeichneten Anschlusspunkte können sowohl die Anschlüsse für Temperatur, Druck oder Reserve sein (siehe Tabelle 6-2). (Bitte beachten Sie, dass die Software Version 6.0 den Reserve-Anschluss nicht unterstützt.)
Die Anschlüsse *Sonde+* und *Sonde-* bezeichnen den Eingang des Differenzverstärkers, welcher Spannungsanschlüsse bis zu ±200 Volt akzeptiert.
Die Anschlüsse *Sonde+* und *Sonde-* sind intern durch einen 100 Ω Widerstand im LaserGas Monitor miteinander verbunden und erzeugen einen Potentialabfall von 2V bei 20mA.
Es ist daher möglich, mehrere Geräte in Reihe zu schalten. Hier ist darauf zu achten, dass der Anschluss *Sonde-* des ersten Gerätes mit dem Anschluss *Sonde+* des nächsten Gerätes verbunden wird usw.

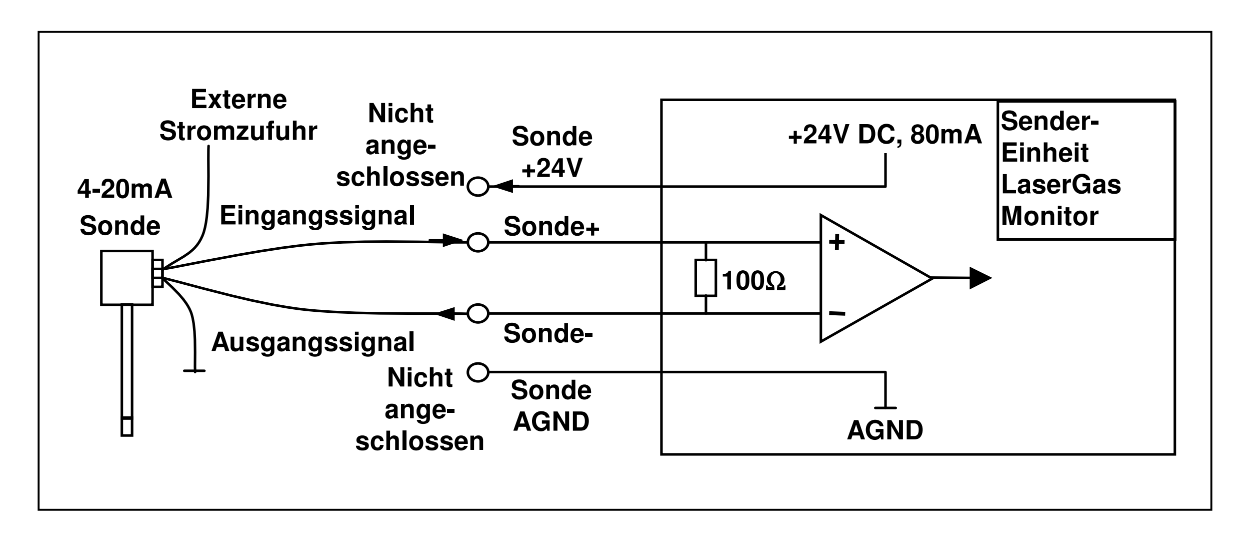


Abb. 6-2: Anschlüsse Stromschleife, AKTIVE Sonde

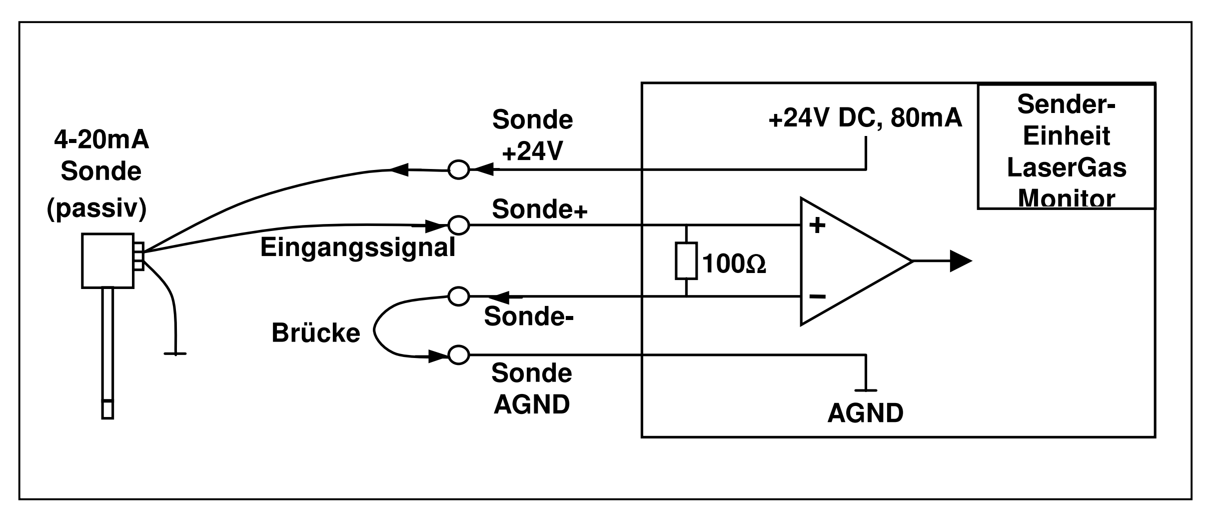


Abb. 6-3: Anschlüsse Stromschleife, PASSIVE Sonde

6.5 Leiterplatte Sendereinheit – Sicherungen und LED's

Die Leiterplatte der Sendereinheit verfügt über eine Hauptsicherung sowie über zahlreiche LEDs, die den jeweiligen Zustand der verschiedenen Versorgungsspannungen anzeigt. Abbildung 6-4 zeigt das Layout der Hauptplatine der Sendereinheit.
Ist nur die LED nahe der Hauptsicherung erleuchtet ("18-36V; Input OK), kontrollieren Sie die Hauptsicherung. Ist keine LED erleuchtet, kontrollieren Sie die 24V Stromzufuhr. Leuchten nur vereinzelte LEDs, notieren Sie sich die jeweils erleuchteten LEDs und kontaktieren Sie den Hersteller, ggf. ist eine Überprüfung der Hauptplatine erforderlich.

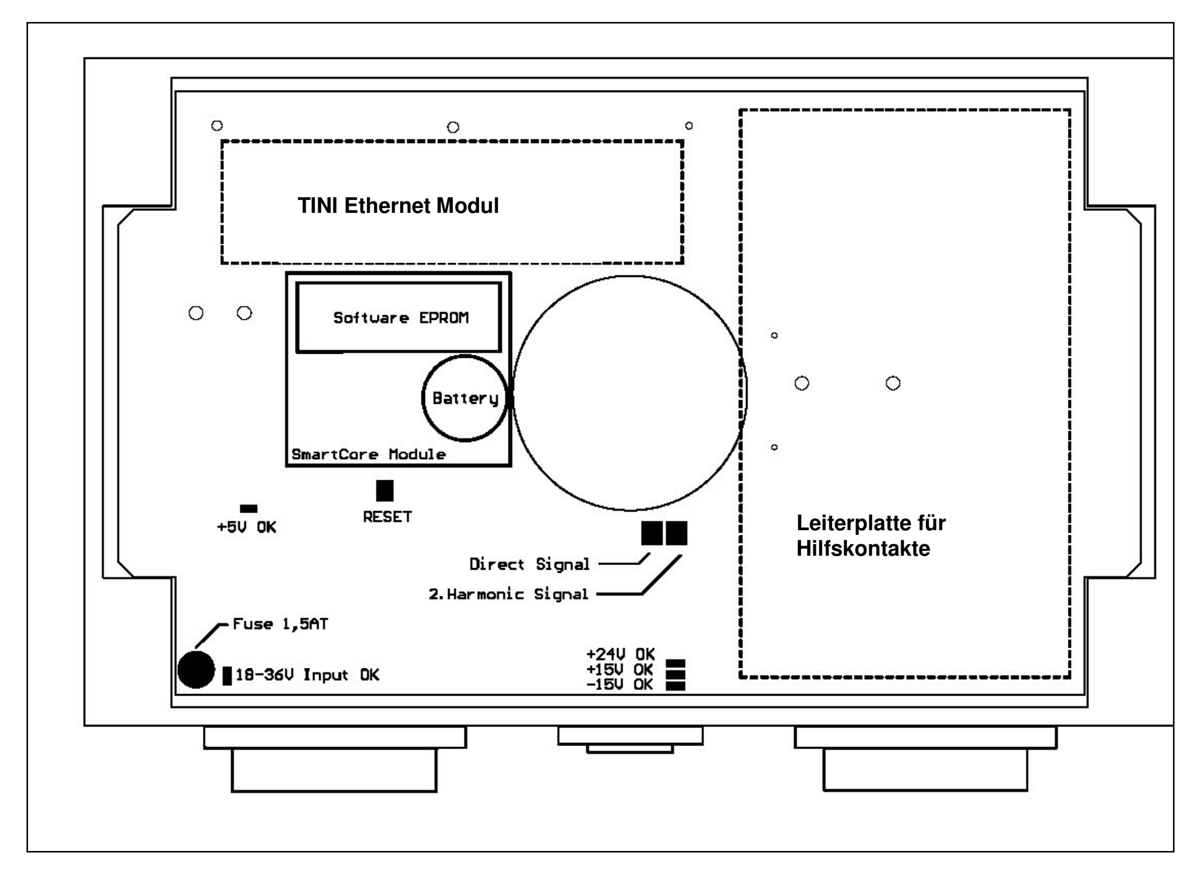


Abb. 6-4: Sicherungen der Stromversorgungskarte und Lage der LEDs

6.6 Relais- Kombinationen (optional)

Die folgende Tabelle zeigt die verschiedenen Relaiskombinationen:

X = Aktiviert (Kontakt geschlossen)
O = Deaktiviert (Kontakt offen)

Status	Relais		
	Warnung	Fehler	Alarm
Gerät ausgeschaltet	O	O	O
Startup Modus	X	O	X
OK	X	X	X/O
Warnung	O	X	X/O
Fehler	O	O	X
"Schlaf"(Fehler) - Modus	O	O	X
Gasalarm	X/O	X	O

Tabelle 6-7:Relaiskombinationen der Hilfsplatine

Das WARNUNG - Relais wird deaktiviert, wenn der LaserGas Monitor ein mögliches Problem während der Messung erkennt, das durch den LaserGas Monitor nicht korrigiert wird oder die Genauigkeit der Messwerte nicht mehr angegeben ist. Ursache hierfür können eine niedrige Transmissionsrate aufgrund von Staub auf den optischen Fenstern oder falsche Werte der 4-20mA PLC-Eingänge für Druck und Temperatur sein. In der untersten Zeile der LCD-Anzeige erscheint eine entsprechende Warnmeldung.

Das FEHLER - Relais wird sofort deaktiviert, wenn das Gerät einen internen Fehler feststellt. Die Deaktivierung des FEHLER - Relais weist darauf hin, dass das Instrument keine korrekte Gaskonzentration messen kann. In der untersten Zeile der LCD-Anzeige erscheint eine Fehlermeldung.

Es gibt zwei Optionen für das Verhalten des 4-20mA PLC-Ausgangs beim Abfall des FEHLER - Relais:

Option 1:
Direkt nach Deaktivierung des FEHLER - Relais behält der 4-20mA PLC-Ausgang den letzten gemessenen Wert während eines Zeitintervalls bei, der sich proportional zur Zeit der Mittelwertbildung verhält. In der aktuellen Softwareversion ist dieses Zeitintervall $\tau = 3 \cdot T$. Anschließend wird das 4-20mA PLC-Ausgangssignal als zusätzliche Fehlerinformation auf 2 mA herabgesetzt.

Option 2:
Der 4-20mA PLC-Ausgang speichert den letzten gemessenen Wert der Gaskonzentration, bis das FEHLER - Relais erneut aktiviert wird. Der 4-20mA PLC-Ausgang ist somit unabhängig von Störungen und die einzige Fehlerauswertung erfolgt über das FEHLER-Relais.

Wenden Sie sich an den Lieferanten, wenn Sie die Option verändern möchten.

7. Konstruktionszeichnungen und Verdrahtung des LaserGas II Monitors

Prozess

(1 : 5)

Einzelteilliste

Nr.:	Anz.	Bezeichnung
1	1	Sendereinheit
2	1	Empfängereinheit
3	2	Ausricht- und Spülflansch DN 50 / PN 10 / 16
4	2	Zwischenring
5	1	Netzteil, 100-240 VAC, 50/60 Hz
6	1	Flansch DN50 / PN 10 (Lieferumfang Kunde)
7	1	Kabel - Sender - Empfänger
8	1	Kabel Versorgungsspannung 24V DC
9	1	Netz-Anschlusskabel
10	1	Steckverbinder für 4-20 mA Eingänge / Ausgänge
11	1	Display

Datum: 02.01.2006	Gezeichnet Spreemann	Geprüft Berg

Standard Aufbau LaserGas II mit Ausricht- und Spülflasch DN50/PN10

LaseGasII

norsk elektro optikk

Norsk elektro optikk A/S
Solheimveien 62 A
P.b. 384
N-1471 Lørenskog

BERNT Messtechnik

BERNT Messtechnik GmbH
Grunerstraße 133
40239 Düsseldorf

Abb. 7-1: Prinzipielle Aufbauzeichnung des LaserGas II Monitors

Einzelteilliste

Nr.:	Anz.	Bezeichnung
1	1	Display
2	2	Spülanschluss 6mm oder 1/4"
3	1	Steckverbinder 4-20 mA Ausgänge, Relais Ausgänge
4	1	Steckverbinder Sender - Empfänger Kabel
5	1	Steckverbinder 24 V DC, 4-20mA Eingänge
6	1	Steckverbinder Ethernet Kabel (optional)
7	1	Steckverbinder RS232 Port
8	1	Überwurfmutter, SS AISI 316L
9	1	Sendergehäuse, SS AISI 316L
10	1	Elektronikgehäuse, Aluminium mit Epoxid Beschichtung
11	1	optisches Fenster

Datum: 02.01.2006	Gezeichnet Spreemann	Geprüft Berg	norsk elektro optikk	Norsk elektro optikk A/S Solheimveien 62 A P.b. 384 N-1471 Lørenskog
Standard Aufbau LaserGas II mit Ausricht- und Spülflasch DN50/PN10			BERNT MESSTECHNIK	BERNT Messtechnik GmbH Grunerstraße 133 40239 Düsseldorf

Sender LaserGasII

Abb. 7-2: Konstruktionszeichnung des Senders

(1 : 4)

Einzelteilliste

Nr.:	Anz.	Bezeichnung
1	4	Spülanschluss 6mm oder 1/4"
2	1	Steckverbinder Sender - Empfänger Kabel
3	1	Überwurfmutter, SS AISI 316L
4	1	Empfängergehäuse, SS AISI 316L
5	1	Elektronikgeh., Aluminium mit Epoxid Beschichtung
6	1	optisches Fenster

Datum: 02.01.2006	Gezeichnet Spreemann	Geprüft Berg	norsk elektro optikk	Norsk elektro optikk A/S Solheimveien 62 A P.b. 384 N-1471 Lørenskog

Standard Aufbau LaserGas II mit Ausricht- und Spülflasch DN50/PN10

Empfänger LaserGasII

BERNT MESSTECHNIK — BERNT Messtechnik GmbH Grunerstraße 133 40239 Düsseldorf

Empfängereinheit mit Standard Ausricht- und Spülflansch DN50/PN10

Abb. 7-3: Konstruktionszeichnung des Empfängers



Nr.:	Anz.	Bezeichnung
		Einzelteilliste
1	1	Netzanschlusskabel
2	5	Versorgungsspannung 24V DC
3	1	Gehäuse, Aluminium mit Epoxid Beschichtung

Datum: 02.01.2006	Gezeichnet Spreemann	Geprüft Berg	norsk elektro optikk	Norsk elektro optikk A/S Solheimveien 62 A P.b. 384 N-1471 Lørenskog

Standard Aufbau LaserGas II mit Ausricht- und Spülflasch DN50/PN10

BERNT Messtechnik GmbH Grunerstraße 133 40239 Düsseldorf

Netzteil LaserGasII

1 2 3

173 180 41 85 67

Abb. 7-4: Konstruktionszeichnung der Spannungsversorgungseinheit

Einzelteilliste

Nr.:	Anz.	Bezeichnung
1	1	Gewindehülse, SS AISI 316L
2	1	Flansch, DN50/PN10, SS AISI 316L
3	1	Spül-Filter
4	1	O-ring 56,87 x 1,78 Viton
5	1	O-ring 56,87 x 1,78 Viton
6	1	O-ring 59,62 x 2,62 Viton
7	1	O-ring 64,77 x 2,62 Viton
8	1	O-ring 65,00 x 10,00 Viton
9	1	Eingang Spülluft Nippel R1/4" x 3/8" Schlauchanschluss
10	1	Sprengring
11	8	Unterlegscheibe, M16
12	4	Sechskantschraube, M16 x 60
13	4	Mutter, M16
14	4	Arretierschraube, M10 x 25 mit Innensechskant

Datum: 02.01.2006	Gezeichnet Spreemann	Geprüft Berg	norsk elektro optikk	Norsk elektro optikk A/S, Solheimveien 62 A, P.b. 384, N-1471 Lørenskog
Standard Aufbau LaserGas II mit Ausricht- und Spülflasch DN50/PN10			BERNT MESSTECHNIK	BERNT Messtechnik GmbH, Grunerstraße 133, 40239 Düsseldorf

Ausrichtflansch LaserGasII

Abb. 7-5: Konstruktionszeichnung des Ausrichtflansches

Spannungsversorgung - Eingänge

Klemme	Farbkode	Beschreibung
1		Temperaturmessung -
2		Temperaturmessung +
3		Druckmessung -
4		Druckmessung +
5		Durchflussmessung -
6		Durchflussmessung +
7		+ 24V
8		GND
9		+ 24V
10	weiss	+ 18-36V Netz
11	grün	+ 18-36V Netz
12	grau	+ 18-36V Netz
13	braun	0V Input
14	gelb	0V Input
15	rosa	0V Input

RS232 - Schnittstelle

Klemme	Beschreibung	Anmerkung
1	Data Carrier Detect	Verbunden mit 4.
2	Transmit Data	
3	Receiv Data	
4	Data Terminal Ready	
5	Ground	
6	Data Set Ready	Verbunden mit 4.

Anschluss Empfängerkabel

Klemme	Farbkode	Beschreibung
1	NC	Lineup+ / Aux1
2	rosa	RU-Temp.-
3	grau	RU-Temp.+
4	rot	MODSQ-
5	blau	MODSQ+
6	schwarz	RU PWR+
7	violett	RU GND+
8	NC	Aux3
9	grau/rosa	RU GND -
10	blau/rot	RU PWR-
11	braun	Direct-
12	weiss	Direct+
13	gelb	2. Harmonic-
14	grün	2. Harmonic+
15	NC	Lineup- / Aux2

Analogausgänge - Statusausgänge

Klemme	Farbkode	Beschreibung
1		Relais 4 - B
2		4 - 20 mA PLS 1 Output
3		4 - 20 mA PLS 1 GND
4		4 - 20 mA PLS 2 Output
5		4 - 20 mA PLS 2 GND
6		4 - 20 mA PLS 3 Output
7		4 - 20 mA PLS 3 GND
8		NC
9		Relais 1 - A (Instrumentenfehler)
10		Relais 1 - B
11		Relais 2 - A (Warnung)
12		Relais 2 - B
13		Relais 3 - A (Gasalarm)
14		Relais 3 - B
15		Relais 4 - A (Aux/Range)

optional Ethernetanschluss

Klemme	Farbkode	Beschreibung
1	weiss / orange	TX+
2	orange	TX-
3	weiss / grün	RX+
4	blau	
5	weiss / blau	
6	grün	RX-
7	weiss / braun	
8	braun	

Datum: 11.11.2005	Gezeichnet Grune	Geprüft Berg		norsk elektro optikk	Norsk elektro optikk A/S, Solheimveien 62 A, P.b. 384, N-1471 Lørenskog
Standard Aufbau LaserGas II mit Ausricht- und Spülflasch DN50/PN10				BERNT MESSTECHNIK	BERNT Messtechnik GmbH, Grunerstraße 133, 40239 Düsseldorf

Anschlüsse Sender

Abb. 7-6: Anschlüsse und Verdrahtung des Senders



Anschluss Senderkabel

Klemme	Farbkode	Beschreibung
1		
2		
3		
4		
5	grau	RU-Temp.+
6	rosa	RU-Temp.-
7	blau	MODSQ+
8	rot	MODSQ-
9	schwarz	RU PWR+
10	violett	RU GND+
11	grau/rosa	RU GND -
12	blau/rot	RU PWR-
13	weiss	Direct+
14	braun	Direct-
15	grün	2. Harmonic+
16	gelb	2. Harmonic-

Datum: 11.11.2005	Gezeichnet Grune	Geprüft Berg		norsk elektro optikk	Norsk elektro optikk A/S Solheimveien 62 A P.b. 384 N-1471 Lørenskog
Standard Aufbau LaserGas II mit Ausricht- und Spülflasch DN50/PN10				BERNT MESSTECHNIK	BERNT Messtechnik GmbH Grunerstraße 133 40239 Düsseldorf
Anschlüsse Empfänger					

Abb. 7-7: Anschlüsse und Verdrahtung des Empfängers